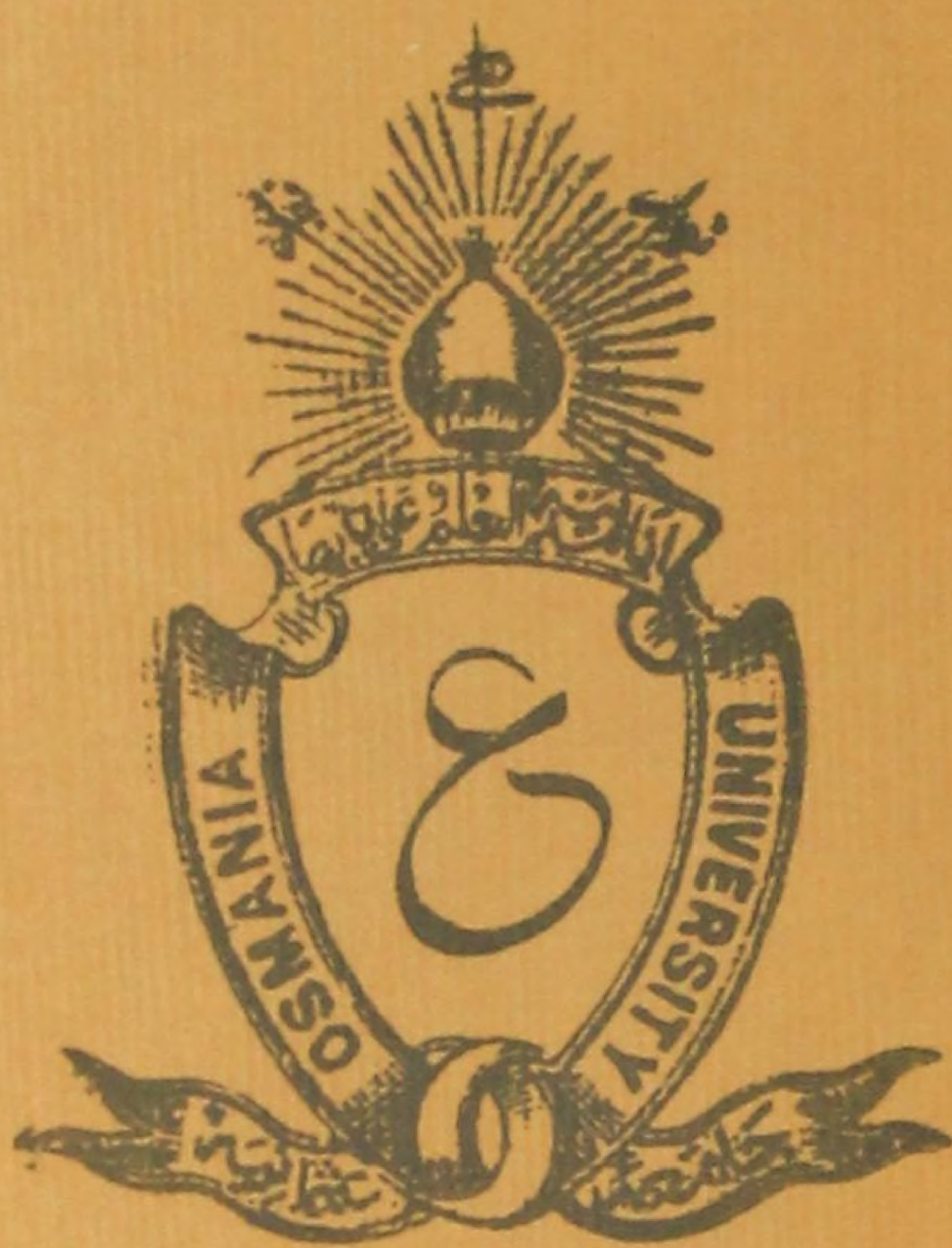


Date 10-11-19 #

h



علم و ہدایت

برائے

بی۔ اے

8/12/30



سلسلہ کتب علم و حکمت

علم ہدیت

(برائے بی۔ اے)

(مصنفہ جارج ڈوبلیو۔ پارکر۔ ایم۔ اے)

مترجمہ

مولوی شیخ برکت علی صاحب ایم۔ اے ریڈر شعبہ ریاضی کلیہ عثمانیہ

بعد نظر ثانی از

مولوی محمد عبدالرحمن خان صاحب بی۔ ایس سی آنرز (لندن)

ایسٹوٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن

صدر کلیہ جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

۱۳۵۹ھ ۱۳۴۹ھ ۱۳۴۰ھ ۱۳۵۹ھ
طبع ثانی

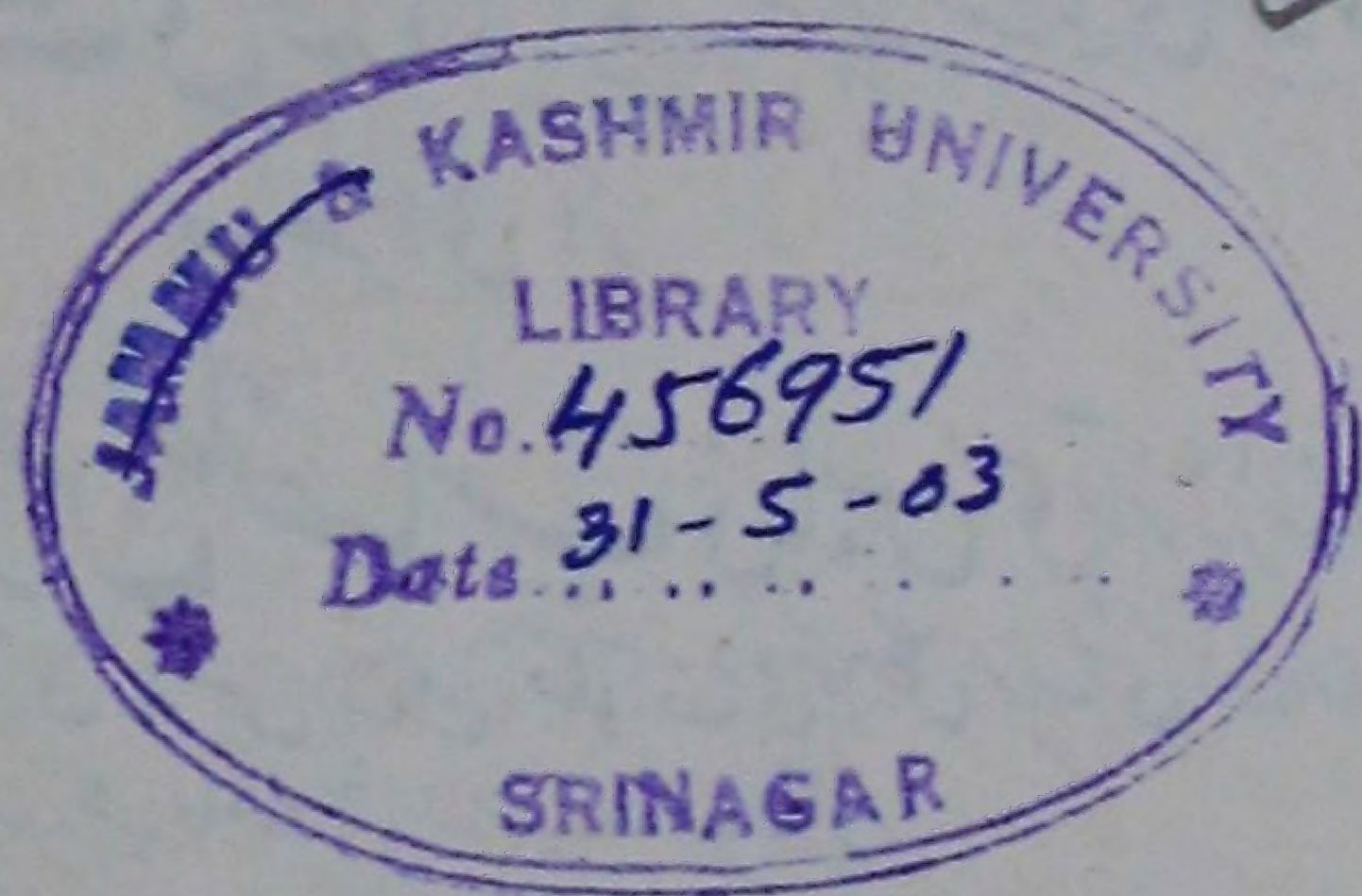
الطبعہ عثمانیہ



یہ کتاب لانگمینز گرین، اینڈ کمپنی کی اجازت سے
جن کو حق کاپی رائٹ حاصل ہیں
طبع کی گئی ہے۔

521.5

پ 21 ع



دیباچہ

علم ہیئت (طبع ثانی)

یہ کتاب ایسے طلبہ کے اغراض کے لیے تیار کی گئی ہے جن کی معلومات فنِ ریاضی میں اقلیدس، جبر و مقابلہ اور علمِ مثلث مستوی تک محدود ہیں۔ چند صورتوں میں علمِ حرکت کے آسان ضابطوں سے بھی کام لیا گیا ہے۔ لیکن اگر ضرورت ہو تو یہ دفعات مضمون کے تسلسل میں خلل واقع ہونے کے اندیشہ کے بغیر ترک کی جاسکتی ہیں۔

بہت سی مثالیں ان سوالات سے ماخوذ ہیں جو ٹرینیٹی کالج ڈبلن کے طلبہ سال سوم و سال چہارم کے امتحانات میں دیے گئے ہیں۔ دیگر مثالیں لنڈن اور رائل یونیورسٹیوں کی اسناد کے متمنی طالب علموں کی مدد کے خیال سے درج کی گئی ہیں۔

نفسِ مضمون کے لحاظ سے اس کتاب کو علمِ ہیئت پر عام دلچسپی رکھنے والی کتب اور اعلیٰ و عمیق کتب کی درمیانی منزل کے طور پر تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے مصنف کو توقع ہے کہ یہ کتاب نہ صرف ان اصحاب کے لیے مفید ثابت ہو سکتی ہے جن کے فوائد کے لیے یہ بالخصوص تصنیف کی گئی ہے بلکہ عوام الناس میں سے اکثر اصحاب کے لیے بھی کارآمد ہو سکتی ہے۔

مصنف مسٹر پائرس وارڈ ایم۔ اے۔ ایل ایل۔ بی کا تصحیح پروف میں مدد دینے کے لیے نہایت ممنون ہے۔ فقط

ٹرینیٹی کالج ڈبلن

۱۹ جولائی ۱۸۹۴ء

فہرستِ مضمون

علمِ طبیعت
(طبع ثانی)

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۱۲	طریق شمس کا میلان استوا کے ساتھ - اعتدالین -		پہلا باب
۱۳	منطقۃ البروج کی علامتیں	۱	کرہ کے خواص - تعریفات
۱۴	ارتفاع اور السمیت	۱	ابتدائی تعریفات
۱۵	میل اور صعود و مستقیم	۳	آسمان کی ظاہری یومیہ حرکت - کرہ سماوی
۱۶	سماوی عرض بلد اور طول بلد	۵	کرہ سماوی
۱۷	میلی دائرے اور ساعتی زاویہ	۷	سورج، چاند اور سیارے
۱۸	سورج کے میل کی تبدیلیاں	۷	سورج
۱۹	خط سرطان اور خط جدی	۸	چاند
۲۰	کسی ستارہ کا بڑے سے بڑا ارتفاع مشقیں	۹	سیارے
	دوسرا باب		نظامِ بطلیموسی
	زمین		نظامِ کوپرنیکی
			تعریفات

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۳۷	خطِ توازی گری	۲۰	قطب سماوی کی سمت مستقل رہتی ہے۔
۳۸	خطائے توازی گری	۲۱	زمین کا محور۔ زمین کا خط استوا۔ عرض بلد اور طول بلد۔
۳۹	خطائے اُفقیت	۲۲	قطب سماوی کا ارتفاع
۴۰	انحرافی خطایا سمت کی خطا	۲۳	عرض بلد کے ایک درجہ کا طول۔ زمین کی جسامت۔ زمین کی شکل۔
۴۱	مشاہدہ مرور۔ نظر و سماعت کا طریقہ	۲۴	زمین پر مشاہدہ کنندہ کے تبدیل مقام سے کرہ سماوی کے نظارے۔
۴۲	وقت نگار	۲۵	مشاہدہ کنندہ خط استوا پر
۴۳	نصف النہاری دائرہ	۲۶	زمین کی یومیہ گردش
۴۴	نشانات پڑھنے کی خردبینیں	۲۷	آسانی کی رُوسے
۴۵	نصف النہاری دائرہ پر نقطہ راس کی تعیین۔	۲۸	مطابقت کی رُوسے
۴۶	نصف النہاری دائرہ پر قطبی نقطہ	۲۹	مرکز جو قوت کی رُوسے
۴۷	راسی فاصلہ نصف النہار پر۔ نصف النہاری ارتفاع۔ میل۔	۳۰	گرنے والے اجسام کے ذریعہ تجربی ثبوت
۴۸	معیاری ستارے	۳۱	رقاص کے تجربے
۴۹	گھڑی کی تنظیم	۳۲	فوکو کا تجربہ
۵۰	کسی جرم کا صعود و ستقیم دریافت کرنا	۳۳	مشقیں
۵۱	توازی گری و دو زمینیں	۳۴	تیسرا باب
۵۲	استوائی و دو بین	۳۵	رصد گاہ
۵۳	خردہ پیم	۳۶	ہیستی گھڑی
۵۴	آلہ ارتفاع و سمت	۳۷	
۵۵	مشقیں	۳۸	

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۷۳	سُورج کی گردش - سُورج کے دھبے۔	۵۵	چوتھا باب
۷۵	سُورج ایک کرہ ہے	۵۸	کرہ ہوائی کا انعطاف
۷۶	شفق	۶۰	کلیۃ انعطاف
۷۷	قطب شمالی اور قطب جنوبی پر شفق	۶۱	انعطاف کی مستقل قدر کی تعیین مختلف طریقوں سے
۷۸	جب سُورج اعتدالین پر ہو تو خط استوا پر	۶۲	بدیڈ لے کا طریقہ
۷۹	شفق کا وقفہ۔	۶۳	چاند اور سُورج کی قطع ناقص شکل
۸۰	مثالیں	۶۴	مشقیں
۸۱	پنچواں باب	۶۵	سُورج
۸۲	سیاروں کی گردشیں نظامِ شمسی	۶۶	سُورج کی ظاہری یومیہ اور سالانہ گردشیں
۸۳	سیاروں کے مدار طریق شمسی کی سطح مستوی کو	۶۷	کرہ سماوی پر سُورج کے سالانہ راستہ کو تسکیم کرنا
۸۴	نہایت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں	۶۸	زمین کی حرکت کی وجہ سے سُورج کی ظاہری
۸۵	تعریف	۶۹	سالانہ گردش۔
۸۶	سیاروں کی ہیئتیں	۷۰	زمین کے محور کی متوازیّت
۸۷	سفلی سیاروں کی ہیئتیں	۷۱	موسم
۸۸	علوی سیاروں کی ہیئتیں	۷۲	محال (۱) انقلابِ سرما
۸۹	سیاروں کی چمک	۷۳	محال (۲) انقلابِ گرما
۹۰	کوہی دور کی تعیین	۷۴	محال (۳) و (۴)
۹۱	کیلر کے تین کھیتے	۷۵	مقدار حرارت جو سُورج سے روزانہ حاصل ہوتی ہے
۹۲	کیلر کے کلیوں کی تصدیق		
۹۳	تجاذب کے کھیتے سے کیلر کے تیسرے		
۹۴	کھیتے کا استخراج		
۹۵	بود کا کلیہ		

صفحہ	مضمون	صفحہ	مضمون
۱۱۹	ستاروں کے ناموں، دوروں وغیرہ کی جدول -	۹۷	ستاروں کی راست اور رجعی حرکتیں - اقامت کے نقطے -
		۹۹	ستاروں کی محوری گردشیں
		۱۰۱	عطارد
		"	زہرہ
۱۲۰	اختلافِ منظر	۱۰۲	زہرہ اور عطارد کے مُرور
		۱۰۳	مریخ
		۱۰۵	مشتري
۱۲۱	یومیہ اختلافِ منظر کا کلیہ	۱۰۶	زحل
	کسی جرم پر اختلافِ منظر کا اثر	۱۰۷	ہرشل اور پیچون
۱۲۳	کسی جرم کے اختلافِ منظر کی تعیین	۱۰۸	ذو ذنب یا دُمدار تارے
	چاند یا کسی سیارہ کے افقی اختلافِ منظر کی تعیین -	"	دوری دُمدار تارے
۱۲۶		"	ہیلی کا دُمدار
	سُورج کا اختلافِ منظر معلوم کرنے کے لیے ڈے لائیل کا طریقہ -	۱۰۹	ایٹکے کا دُمدار
۱۲۸		۱۱۰	شہابِ ثاقب (ٹوٹا تارا)
۱۳۰	ہیلی کا یعنی وقفوں کا طریقہ	۱۱۱	نقطۂ اشعاع
۱۳۱	چاند کا نصف قطر میلوں میں	"	دُمدار تاروں اور شہابِ ثاقب کا تعلق
۱۳۳	سالانہ اختلافِ منظر	۱۱۲	خطِ اوجین
	کسی ستارہ کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعیین - بیسل کا طریقہ -	"	خطِ اوجین کی سمت کی تعیین
۱۳۷		۱۱۳	اوجین کے خط کی آہستہ حرکت
۱۳۹	مطلق طریقہ	۱۱۴	نوسموں کے طول
	مشتري کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعیین -	۱۱۵	مدارِ ارض کا خروج المرکز
		۱۱۶	عام مثالیں

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
	نواں باب		آٹھواں باب
۱۵۸	چاند		راس الحمل کے معلوم کرنے کا
۱۵۹	چاند کی نسبتیں		طریقہ - استقبال، کبوا اور
۱۶۱	تعریفیں		ضلالت -
۱۶۲	چاند کے اقترانی دور کی تعیین	۱۴۲	کسی ستارہ کا صعود و مستقیم معلوم کرنے
۱۶۳	چاند کے کوکبی دور کی تعیین		کے لیے فلیم سٹیڈ کا طریقہ -
۱۶۴	میٹون کا دور		خط استوا اور طریق شمس کا میلان
۱۶۵	چاند کی منور سطح کا مرئی رقبہ		معلوم کرنا -
۱۶۶	زمین تااب	۱۴۵	اعتدالین کا استقبال
	چاند کی تنصیف کے مشاہدہ سے سورج	۱۴۶	استقبال کے طبیعی اسباب
	کے فاصلہ کی تعیین	۱۴۷	کبوا
۱۶۷	چاند محور کے گرد حرکت کرتا ہے	۱۴۹	نور کی رفتار
۱۶۸	تمایل قمر - عرض بلد کا تمایل	۱۵۱	ضلالت
	طول بلد کا تمایل	۱۵۲	کسی ستارہ پر ضلالت کا اثر
	یومیہ تمایل		تعریفات
۱۶۹	چاند کا راستہ سورج کے گرد	۱۵۳	ضلالت کی تبدیلی گزر زمین کی
	گرمائی نسبت ہر ما میں چاندنی زیادہ دیکھ		جیب کے متناسب ہے -
۱۷۰	رہتی ہے -	۱۵۴	ضلالت کا اکتشاف
	چاند کا ابطاء		یومیہ ضلالت
	فصلی چاند		
۱۷۳	چاند کے عقدوں کی گردش		

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۱۹۲	کم سے کم تعداد	۱۷۴	چاند کے عقدوں کی اقترا کی گردش
۱۹۳	بڑی سے بڑی تعداد	۱۷۵	چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنا
۱۹۴	قرنِ خلدانی	۱۷۷	چاند کے آتش فشاں پہاڑوں کے دہانے
		۱۷۸	چاند کا کرہ ہوائی
	گیارہواں باب		دسواں باب
	اوسط اور ظاہری وقت		خسوف و کسوف
۱۹۵	وقت کی مساوات	۱۷۹	چاند گرہن (خسوف)
	وقت کی مساوات سورج کی غیر مساوی	۱۸۱	مناظر مبنی برانعطاف نور
۱۹۶	حرکت کی بناء پر		سایہ زمین کی اس تراش کے قطر کی
	وقت کی مساوات طریق شمس کے میلان	۱۸۲	تعیین جہاں چاند سایہ کو قطع کرتا ہے
۱۹۷	کی بناء پر	۱۸۳	سایہ زمین کے طول کی تعیین
	وقت کی مساوات کے ہر دو اجزاء کی	۱۸۴	کسوفِ شمس (سورج گرہن)
۱۹۸	ترکیب	۱۸۵	سایہ قمر کے مخروط کے طول کی تعیین
	وقت کی مساوات سال میں چار بار صفر		چاند گرہن اور سورج گرہن کی شرائط
۱۹۹	ہو جاتی ہے	۱۸۷	کا حساب
	صبح اور شام کے طول غیر مساوی ہوتے		چاند گرہن
۲۰۱	ہیں	۱۸۹	سورج گرہن
۲۰۳	مقامی وقت		حدِ خسوف معلوم کرنا
	اوسط وقت کو کوئی وقت میں تحویل کرنا	۱۹۰	حدِ اعظم و حدِ اصغر
۲۰۴	اور اس کا معکوس عمل		حدودِ کسوفِ شمس
۲۱۲	اعتدالی وقت	۱۹۲	گرہنوں کے تعدد و وقوع کی تعیین

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۲۳۴	سحاب	۲۱۳	تقریم رومی اور غریغوری
"	ستاروں کی ذاتی حرکت	۲۱۴	دھوپ گھڑی
۲۳۵	دُھرے ستارے	۲۱۵	مثالیں
۲۳۶	شنائی ستارے		
"	شنائی ستاروں کے مدار		
"	متغیر ستارے		
"	"میرہ کی قسم" کے ستارے	۲۱۸	جہاز رانی کے متعلق
۲۳۷	ستارہ الغول	"	ہیڈلے کا سکٹنٹ (آلہ سُدس)
"	طیف نما	۲۲۱	وقت پیمایا
۲۳۸	شمسی طیف		سمندر میں عرض بلد کی تخمینہ
۲۳۹	چمکدار خطوں کا انتقال	۲۲۲	نصف النہاری مشاہدات -
۲۴۰	سورج کی سطح اور سورج کی لہریں	۲۲۴	غیر نصف النہاری مشاہدات
۲۴۱	ستاروں کے طیف	۲۲۶	اوسط مقامی وقت معلوم کرنا
۲۴۲	سحابوں کے طیف	۲۲۷	سمندر میں طول بلد کی تعیین
		۲۲۸	قمری فاصلوں سے طول بلد معلوم کرنا۔
		۲۲۹	فاصلہ کا تصفیہ
	چودھواں باب		پندرہواں باب
۲۴۳	اجرام فلکی کی کمیتیں		ثابت ستارے۔ طیفی تحلیل
"	مسکیدین کا طریقہ	۲۳۱	ستاروں کے مقادیر
۲۴۵	کینوڈش کا تجربہ	۲۳۲	ستاروں کی تعداد
	سورج کی کمیت اور زمین کی کمیت	"	کہکشاں
۲۴۶	کی نسبت کی تعیین۔	۲۳۳	تاروں کا جھرمٹ
۲۴۷	سیاروں کی کمیتیں	"	

صفحہ نمبر	مضمون	صفحہ نمبر	مضمون
۲۵۰	زمین پر نصف النہاری خط کھینچنا	۲۴۷	شمالی ستاروں کی کمیتیں
۲۵۲	مشقیں	۲۴۸	فلکی گولے پر نوٹ
	امتحان کے پرچے و متفرق سوالات	۲۵۰	مشقیں

پہلا باب

کرہ کے خواص - تعریفات

۱۔ تعریف - کرہ سے مراد ایک مجسم ہے جو ایک ایسی سطح سے گھرا ہوا ہو کہ مجسم مذکور کے اندر کے ایک نقطہ معینہ سے اس سطح تک جتنے خطوط مستقیم کھینچے جائیں وہ سب آپس میں برابر ہوں۔ اس نقطہ معینہ کو مرکز کہتے ہیں۔

کرہ کی تعریف یوں بھی ہو سکتی ہے کہ یہ ایک دائرہ کو اس کے ایک قطر کے گرد گردش دینے سے پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً اگر ایک مستدیر حلقہ یا چھالیا جائے اور اس کے محیط پر اس کے قطر کے دو انتہائی نقطوں کو ثابت رکھ کر حلقہ کو مذکورہ بالا قطر کے گرد گھمایا جائے تو ہم دیکھیں گے کہ محیط سے ایک کرہ کی سطح مرتسم ہو جاتی ہے۔

۲۔ ہر ایک سطح مستوی جو ایک کرہ سے ملتی ہے کرہ کی سطح کو ایک دائرہ پر قطع کرتی ہے۔

فرض کرو کہ د ع ف ایک کرہ کی مستوی تراش

ہے، کرہ کے مرکز و سے سطح مستوی د ع ف پر عمود

و نکالو۔ اور فرض کرو کہ اس کا طول ع ہے۔

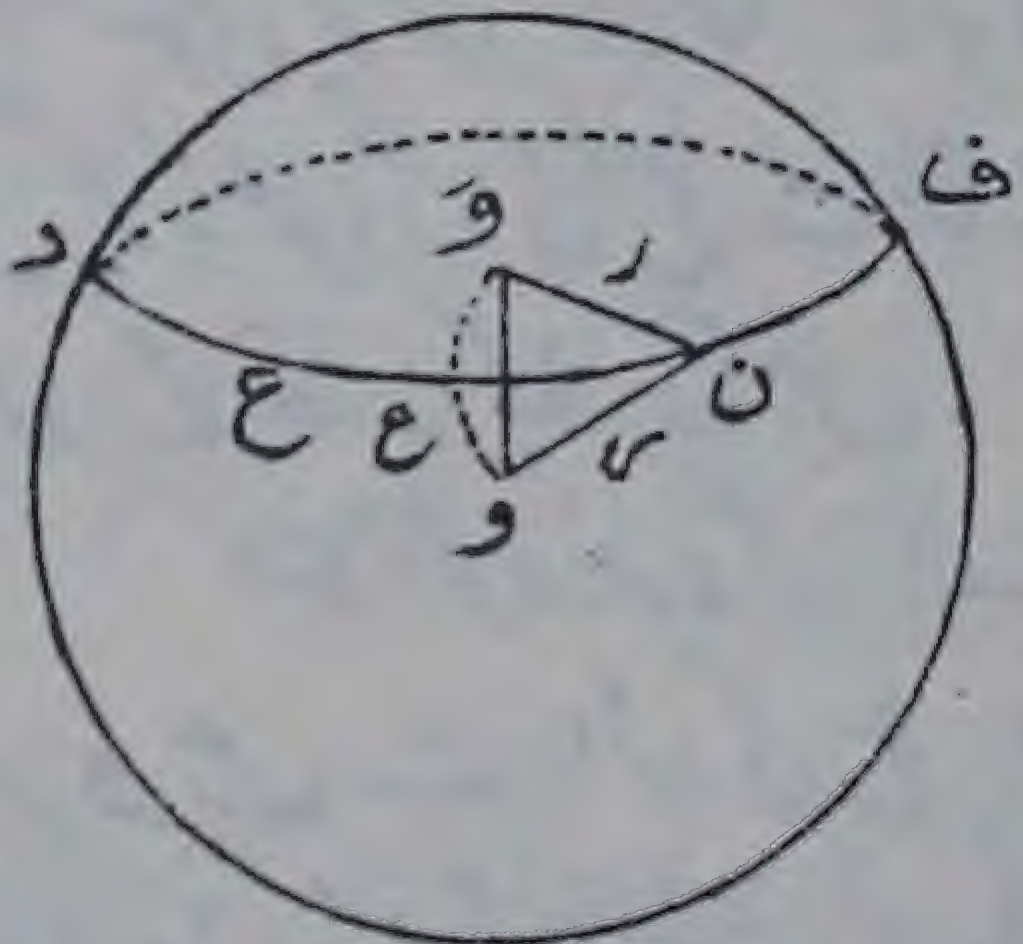
محیط د ع ف پر کوئی نقطہ ن لو۔

اب چونکہ و و سطح مستوی د ع ف پر

عمود ہے، اس لیے یہ و ن پر بھی عمود ہوگا جو

اس سطح مستوی میں واقع ہے، اس لیے

(بحکم اقلیدس مقالہ اشکل ۴، ۴)



شکل ۱

$$س^۱ = ع^۱ + ر^۱$$

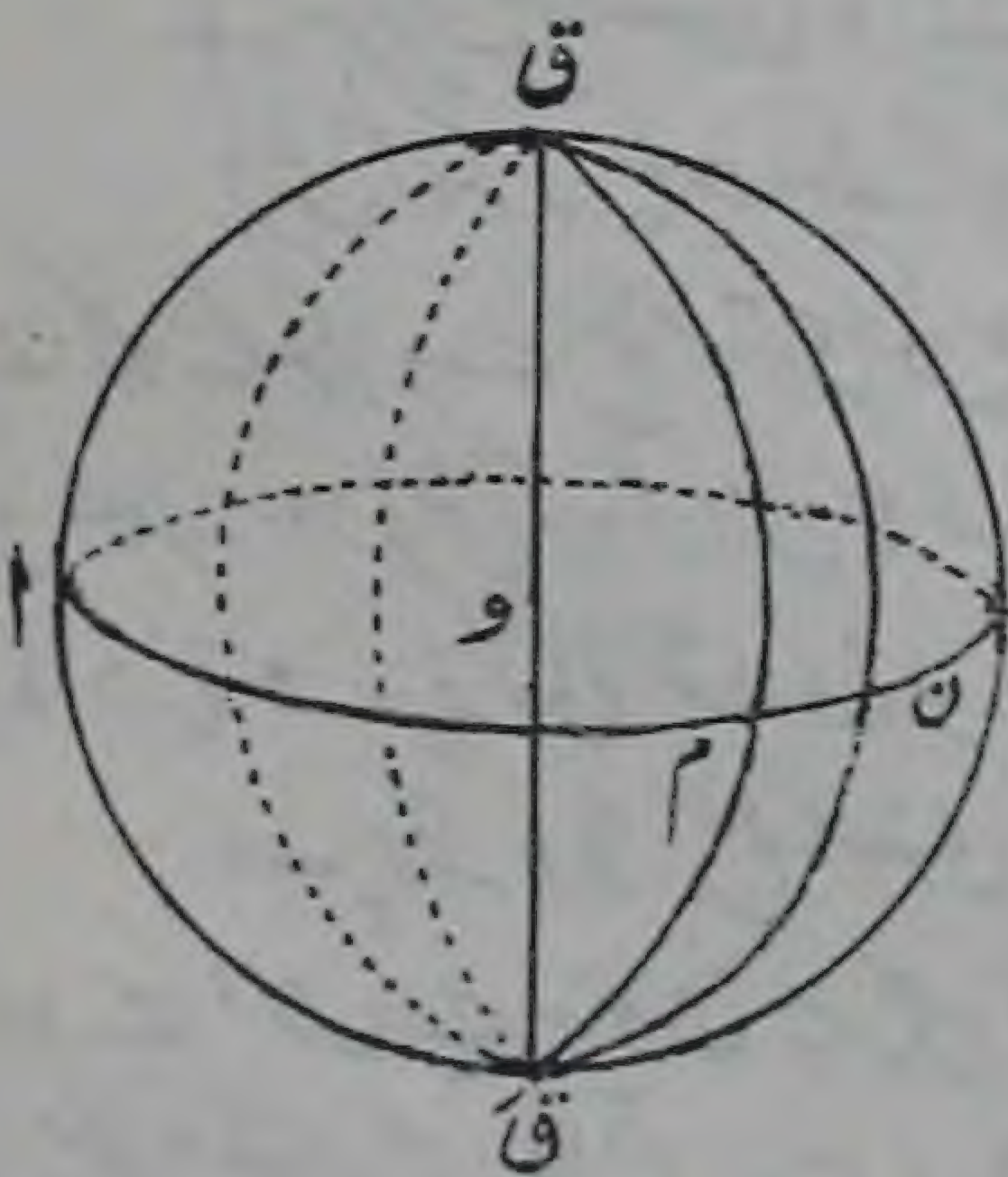
$$ر^۱ = س^۱ - ع^۱$$

لیکن س کا طول مستقل ہے کیونکہ یہ ایک کرہ کا نصف قطر ہے اور ع بھی مستقل ہے۔ پس ثابت ہوا کہ ر کا طول بھی مستقل ہے یعنی جب ن منحنی د ع ف پر حرکت کرتا ہے تو اس کا فاصلہ و سے مستقل رہتا ہے۔ لہذا د ع ف ایک دائرہ ہے۔

طالب علم اس امر کو ایک تجربہ سے بھی بطریق ذیل ثابت کر سکتا ہے، ایک سیب کو جس کی شکل حتی الامکان گول ہو اور چاقو سے اس کی ایک تراش قطع کر دو۔ سیب کے اندر کے اس حصہ کو جواب ظاہر ہوا ہے ملاحظہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ تراش کی شکل مستدیر ہے۔

۳۔ تعریف - کرہ کی سطح پر کے دائرہ کبیر سے مراد وہ دائرہ ہے جس کی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے گزرے۔

مثلاً ۱ م ن ب (شکل ۱) ایک دائرہ کبیر ہے۔
دائرہ صغیر وہ دائرہ ہے جس کی سطح مستوی کرہ کے مرکز میں سے نہ گزرے، مثلاً د ع ف (شکل ۱) دائرہ صغیر ہے۔
ظاہر ہے کہ ایک کرہ پر کے سب کبیر دائرے بلحاظ مقدار مساوی ہوتے ہیں۔ لیکن سب صغیر دائرے مساوی نہیں ہوتے کیونکہ یہ بلحاظ مقدار قریباً قریباً کبیر دائرہ سے لے کر گھٹتے گھٹتے بالآخر محض نقطہ رہ جاتے ہیں۔



شکل ۱

تعریف - اگر ایک کرہ پر کے کسی دائرے کے مرکز میں سے دائرہ کی سطح مستوی پر عمود نکالا جائے تو وہ نقطہ جن پر یہ عمود کرہ کی سطح سے ملتا ہے دائرہ مذکور کے قطب کہلاتے ہیں۔

مثلاً اگر دائرہ کبیر ۱ ب کے مرکز و میں سے دائرہ کی سطح پر عمود ق و نکالا جائے تو نقاط ق اور ق دائرہ کبیر ۱ ب کے قطب کہلاتے ہیں۔

تعریف - وہ کبیر دائرے جو ایک کبیر دائرہ کے قطبوں میں سے گزرتے ہیں، موخر الذکر کبیر دائرہ کے دو اثر ثانوی یا محض ثانوی کہلاتے ہیں، مثلاً اگر ق اور ق (شکل ۱) میں سے کبیر دائرے ق م ق اور ق ن ق کیسے جائیں تو یہ دائرے دائرہ کبیر اب کے ثانوی کہلا سکتے۔

نوٹ - ایک دائرہ کبیر اور اس کے ثانوی علی القوائم قطع کرتے ہیں، نیز دو اثر ثانوی ق م اور ق ن کی قوسیں جو ق سے اب تک کھینچی جائیں آپس میں برابر ہوتی ہیں اور ہر ایک ایک ربع (= ۹۰) کے مساوی ہوتی ہے۔

آسمان کی ظاہری یومیہ حرکت - کرہ سماوی

۴۔ اگر کوئی شخص ایک وسیع ہموار میدان میں کھڑا ہو کر دیکھے تو اس کو آسمان کی شکل ایک بڑے نصف کروی مجوف گنبد کی سی معلوم ہوگی جس کا قاعدہ اس میدان پر ٹکا ہوا ہے اور جو اس میدان سے ایک دائرہ پر ملتا ہے۔ یہ دائرہ جو اس کے مشاہدہ آسمان کو اس طرح محدود کر دیتا ہے صریحاً یا ظاہری افق کہلاتا ہے اور وہ میدان جس پر وہ کھڑا ہے افق صریح کی سطح ہستوی سے موسوم ہوتا ہے۔

اب اگر مشاہدہ کے وقت رات ہو اور آسمان صاف ہو تو اس مجوف گنبد کی مقعر سطح پر چاروں طرف بہت سے چمکتے ہوئے اجرام یا نور کی بندکیاں دکھائی دیتی ہیں جن کو ستارے کہتے ہیں۔

ان اجرام کی ایک بڑی تعداد ایسی ہے کہ ان کے اضافی مقامات میں تقریباً کوئی تغیر واقع نہیں ہوتا یعنی اگر وہ زاویہ جو ان اجرام میں سے کسی دو کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے، ایک دفعہ ناپ لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کی مقدار میں کبھی کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی اور اگر کچھ تبدیلی واقع ہوتی بھی ہے تو وہ اس قدر خفیف ہوتی ہے کہ ایک نہایت طویل عرصہ سے پہلے پیمائش میں نہیں آسکتی ان اجرام کو اس لحاظ سے ثوابت کہتے ہیں۔

سرسری مشاہدہ سے بھی یہ امر محضی نہیں رہ سکتا کہ اگرچہ ان ثوابت کے اضافی مقامات میں کوئی تغیر ظاہر نہیں ہوتا لیکن یہ سب کے سب آسمان پر ایک ہی سمت میں حرکت

کرتے ہوئے نظر آتے ہیں۔ بعض افق شرقی سے طلوع کرتے ہیں آسمان پر بلند ہوتے ہیں اور ایسی قوسیں بنانے کے بعد جو تقریباً مستدیر ہوتی ہیں افق غربی کے نیچے غروب ہو جاتے ہیں اور پھر آئندہ شب کو اسی مقام سے نکلتے ہیں جہاں سے گزشتہ شب نکلتے تھے، اس طرح سے کل دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ میں پورا کرتے ہیں۔

اکثر اجرام ایسے بھی ہیں جو نسبتاً اتنا چھوٹا دور بناتے ہیں کہ افق تک کبھی نہیں پہنچتے اور اس لیے اپنی تمام حرکت کے اثنا میں نظر آ سکتے ہیں ان ستاروں کے مدار بھی مستدیر معلوم ہوتے ہیں اور ہر ایک کی گردش کی تکمیل کا دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ کا ہوتا ہے اور یہ مدت بھی وہی ہے جو طلوع و غروب ہونے والے ستاروں کی گردش کی مدت ہے۔ علاوہ بریں ان سب کی ظاہری یومیہ گردش ایک نقطہ کے گرد ہوتی ہے جو ان بھوں کے لیے بطور ایک مشترک قطب کے ہوتا ہے، اس نقطہ کو قطب سماوی کہتے ہیں۔ وہ ستارے جو قطب کے اتنے قریب دورہ کرتے ہیں کہ طلوع و غروب نہیں کرتے ابدی الظہور ستارے کہلاتے ہیں۔

اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ حرکت کو زیادہ صحت کے ساتھ مشاہدہ کرنے کے لیے ایک دُور بین لینی چاہیے جو ایک مناسب استادہ پر نصب کی گئی ہو، اس دُور بین کو استوائی دُور بین کہتے ہیں اور یہ تقریباً ہر رصد گاہ میں پائی جاتی ہے۔ یہ دُور بین جس کی مکمل تفصیل بعد میں دی جائیگی آسمان کے کسی حصہ کے مقابل لگائی جاسکتی ہے اور جس ستارہ کو ہم چاہیں میدان نظریں لایا جاسکتا ہے۔ مزید براں گھڑی کی طرح عمل کرنے والی کل کے ذریعہ ہم مشاہدہ کے منظر کو قطب سماوی کے گرد اس طرح گھما سکتے ہیں کہ یہ بھی یکساں رفتار سے اسی سمت میں جس سمت میں کہ ستارے گھومتے ہیں گردش کرتا ہے اور مکمل دور ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ میں پورا کرتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ کسی ایک ستارے کو منتخب کر کے گھڑی کی کل کو ایک دفعہ چلا دینے سے افق کے اوپر اس ستارے کو اس کے دوران حرکت میں مشاہدہ کے منظر میں رکھ سکتے ہیں۔ اگر طالب علم ان امور کو ذہن میں رکھے کہ مشاہدہ کے منظر کا ہر ایک نقطہ قطب سماوی کے گرد ایک دائرہ صغیر میں حرکت کرتا ہے اور پورے دور کا وقت ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ ہے تو وہ فوراً مندرجہ ذیل نتائج پر پہنچ سکتا ہے:-

(۱) ستارے قطب سماوی کے گرد صغیر دائروں میں گھومتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

(۲) یہ ظاہری گردش یکساں ہے۔

(۳) ایک دور پورا کرنے کا وقت سب کے لیے ایک ہی ہے یعنی ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ

۵۔ کرہ سماوی — اگر وہ شخص سطح زمین پر اس کے کسی قطر کے دو سر

کھڑے ہوں، مثلاً ایک انگلستان میں اور دوسرا کہیں نیوزی لینڈ کے پاس، تو ان اشخاص میں سے ہر ایک کو آسمان کی ایک متعمر نصف کروی سطح دکھائی دے گی جس میں ایک قطب سماوی ہوگا۔ پس اگر کوئی شخص کل آسمان کو ایک نظر میں دیکھ سکے تو اس کو آسمان کی شکل نظام ایک مکمل کرہ کی سی معلوم ہوگی۔ اور تمام اجرام فلکی اس کی متعمر سطح پر لگے ہوئے معلوم ہونگے۔ نیز یہ تمام کرہ دو عین مقابل کے نقطوں کے گرد گھومتا ہوا معلوم ہوگا جن کو بالترتیب شمالی اور جنوبی قطب سماوی کہتے ہیں۔ آسمان کی یہ بظاہر کروی سطح کرہ سماوی کہلاتی ہے۔ ریاضی کے نقطہ نگاہ سے کرہ سماوی کو بالعموم ایک ایسا کرہ تصور کیا جاتا ہے جس کا نصف قطر زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلہ لا انتہا بڑا ہے، پس جب ہم یہ کہتے ہیں کہ زمین اس خیالی کرہ کے مرکز پر واقع ہے تو اس سے ہمارا یہ مفہوم ہوتا ہے کہ زمین محض ایک ریاضی کا نقطہ ہے جس کے ابعاد کچھ نہیں ہیں۔

سُورج، چاند اور سیارے

۶۔ سورج۔ اب ہم اپنے مشاہدات کا وقت رات سے بدل کر دن کر لیتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ ثوابت کی مشترکہ یومیہ حرکت میں سورج بھی شامل ہے یا نہیں۔ بادی النظر میں ہمیں یہ معلوم ہوتا ہے کہ اس کی ظاہری یومیہ گردش بعینہ ویسی ہی ہے، وہ مشرق سے طلوع کرتا اور آسمان پر ایک قوس بناتا ہوا مغرب میں جا غروب ہوتا ہے اور پھر اگلی صبح مشرق سے نکلتا ہے، لیکن ایک بات میں فرق بھی ہے یعنی اس کی ایک گردش کو پورا کرنے میں بجائے ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ کے ۲۴ گھنٹے درکار ہوتے ہیں اور گویا ثوابت سے قریباً ۴ منٹ زیادہ لگتے ہیں۔ اس امر کی تصدیق سرسری طور پر یوں کی جاسکتی ہے، کہ کسی دن یہ دیکھ لو کہ سورج کا ایک کنارہ ایک

انتصابی دیوار کی سیدھ میں کس وقت آجاتا ہے، انتصابی دیوار کی بجائے بہتر ہوگا کہ دو دیواریوں سے لنگر لٹکا کر یہی وقت مشاہدہ کر لیا جائے، اگلے دن سورج کو اسی مقام پر آنے تک جو وقفہ لگیگا اس کو محسوب کرنے سے معلوم ہوگا کہ یہ قریباً ۲۴ گھنٹے کا ہے۔ ہم اوپر دیکھ چکے ہیں کہ کسی ثابت ستارے پر یہی تجربہ کرنے سے وقفہ مذکور ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سیکنڈ ہوتا ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج کا ظاہری مقام ثوابت کے لحاظ سے ہمیشہ ایک ہی نہیں رہے گا بلکہ آہستہ آہستہ مغرب سے مشرق کو ہٹتا ہوا دکھائی دے گا اور ایسا معلوم ہوگا کہ یہ مشرق سے مغرب کی طرف کی یومیہ گردش میں ثوابت سے پیچھے رہتا جاتا ہے اور اپنے یومیہ دور کو پورا کرنے میں ثوابت کی نسبت قدرے زیادہ وقت لیتا ہے۔

اگر ہم ثوابت کو خانی آنکھ سے دن کے وقت دیکھ سکتے جیسا کہ فلکی دور میں کی مدد سے دیکھ سکتے ہیں تو مغرب سے مشرق کی جانب سورج کے مقام میں جو خفیف تبدیلی ہوتی رہتی ہے ہم اس کو فی الواقع مشاہدہ کر سکتے اور نیز یہ بھی معلوم کر سکتے کہ سورج ثابت ستاروں کے لحاظ سے اپنے ابتدائی مقام پر ایک معین مدت کے بعد آتا ہے جس کو سال کہتے ہیں۔ لیکن اس امر کو دور بین کی مدد کے بغیر بھی اس طرح ثابت کر سکتے ہیں:۔ اگر ہم ستاروں کے ایک مجمع کی طرف ہر شام کو دیکھا کریں جو سورج کے غروب ہونے کے کچھ عرصہ بعد مغرب میں غروب ہو جاتا ہے تو اپنے مشاہدات کو چند ہفتوں تک جاری رکھنے سے ہمیں معلوم ہوگا کہ سورج کے غروب ہونے اور ان ستاروں کے غائب ہو جانے کے درمیان جو وقفہ ہے وہ بتدریج کم ہوتا جاتا ہے حتیٰ کہ بالآخر یہ ستارے سورج سے پہلے ہی غروب ہو جاتے ہیں اور اس لیے رات کے ابتدائی حصے میں نظر نہیں آتے۔ لیکن اگر ہم صبح ہونے سے پہلے بیدار ہو کر افق کے مشرقی حصہ کی طرف نگاہ کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ ستارے طلوع شمس سے قبل نکل چکے ہیں۔

اگر ہم اپنے مشاہدات کو ۳۶۵ دن تک جاری رکھیں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ اس عرصہ کے آخر میں بلحاظ ان ثابت ستاروں کے بعینہ اسی جگہ پر ہے جہاں پہلے تھا اور ستاروں کا یہ مجمع حسب سابق رات کے ابتدائی حصہ میں دکھائی دینے لگیگا۔ پس ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ سورج کی دو ظاہری حرکتیں ہیں۔

(۱) مشرق سے مغرب کی طرف روزانہ گردش جو تمام اجرام فلکی کے ساتھ مشترک ہے،
(۲) ثابت ستاروں میں سے مشرق کی طرف اس کی سالانہ گردش۔

۷۔ چاند۔ اپنی ظاہری یومیہ حرکت کے علاوہ چاند بھی ثابت ستاروں میں مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے لیکن سورج کی بہ نسبت بہت سرعت کے ساتھ چنانچہ بلحاظ سورج اور زمین کے یہ اپنا دور ایک مہینہ کی مدت میں پورا کر لیتا ہے۔

۸۔ سیارے۔ ثابت سورج اور چاند کے علاوہ پانچ اور اجرام بھی ہیں جو خالی آنکھ سے دیکھے جاسکتے ہیں اور جن کی حرکتیں ثابت ستاروں میں کچھ ایسی عجیب ہیں کہ بظاہر ان حرکتوں کو کسی عام کلیہ کے تحت نہیں لایا جاسکتا۔ اس وجہ سے ان اجرام کو سیارے (پھرنے والے ستارے) کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ سیارے ثابت ستاروں میں اسی سمت میں حرکت کرتے ہوئے نظر آتے ہیں جس سمت میں کہ سورج اور چاند حرکت کرتے ہیں، اس صورت میں ان کی حرکت کو حرکت راست کہتے ہیں۔ بعض اوقات یہ مخالف سمت میں حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں اس صورت میں ان کی حرکت رجعی کہلاتی ہے کبھی کبھی تھوڑی دیر کے لیے یہ ثابت ستاروں میں ساکن بھی معلوم ہوتے ہیں۔

خالی آنکھ کو ثابت ستارے ٹمٹماتی ہوئی روشنی کے ساتھ چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں، لیکن سیاروں کی چمک مسلسل اور قائم ہوتی ہے۔ نیز کسی ثابت ستارے کو بڑی سے بڑی طاقت کی دوربین سے بھی دیکھنے سے اس کی قامت میں کوئی اضافہ معلوم نہیں ہوتا صرف اس کی چمک تیز ہو جاتی ہے۔ برعکس اس کے سیارہ کا قرص دوربین سے دیکھنے سے بڑا معلوم ہوتا ہے۔

چار سیارے یعنی زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل، روشن ترین ستارے کے مساوی یا اس سے زیادہ روشن ہیں۔ اگر سیارہ جنوب میں چمک رہا ہو تو یہ سمجھ لینا چاہیے کہ یہ مریخ، مشتری یا زحل ہے۔ زہرہ شام کا یا صبح کا ستارہ ہے، اول الذکر صورت میں یہ مغرب میں سورج کے غروب ہونے کے بعد دکھائی دیتا ہے اور موخر الذکر صورت میں یہ طلوع آفتاب سے پہلے مشرق میں نظر آتا ہے۔

دیگر اجرامِ فلکی جو ہر شخص کو معمولاً کسی وقت نظر آسکتے ہیں وہ دُمدار تارے اور شہاب ثاقب یا شہاب ہیں، ان سے ان اجرامِ فلکی کی فہرست جن پر ہم ابوابِ مابعد میں مفصل بحث کریں گے، مکمل ہو جاتی ہے۔

۹۔ نظامِ بطلیموسی۔ وہ مختلف فلکی نظارے جن کا اوپر ذکر ہوا ہے یعنی

اجرامِ سماوی کی یومیہ حرکت، سورج کی سالانہ گردش، چاند کی ماہانہ گردش اور سیاروں کی نظامِ غیر منظم روش۔ ان تمام کی توجیہ پہلے پہل حکیم بطلیموس نے کی۔ یہ حکیم سنہ عیسوی کی دوسری صدی میں گزرا ہے۔ یہ توجیہ نظامِ ہرالیے پختہ اور قابلِ اطمینان اصولوں پر کی گئی تھی کہ سولہویں صدی عیسوی تک حقیقی اور صحیح توجیہ مقبول نہ ہو سکی۔

نظامِ بطلیموس میں یہ فرض کیا گیا تھا کہ تمام کرہ سماوی ایک محور کے گرد گردش کرتا ہے جو شمالی اور جنوبی سماوی قطبوں میں سے گزرتا ہے اور زمین اس کرہ سماوی کے مرکز پر واقع ہے نیز سورج کرہ سماوی کے ساتھ روزانہ گردش کرنے کے علاوہ اس کے مخالف سمت میں اپنی ایک ذاتی حرکت بھی رکھتا ہے جس کی وجہ سے یہ زمین کے گرد کرہ سماوی پر ایک دائرہ کی شکل میں گردش کرتا ہے اور پورا چکر ایک سال میں مکمل کر لیتا ہے۔ اسی طرح سے چاند ایک چکر ایک مہینہ میں پورا کر لیتا ہے دیگر سیاروں کے سکون اور جہی حرکتوں کی توجیہ نہایت صنعت کے ساتھ اس مفروضہ کی بنا پر کی گئی کہ سیارے سورج کے گرد (جو خود زمین کے گرد دائرہ میں گردش کرتا ہے) دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔

نظامِ کوپرنیکی۔ صحیح توجیہ جو کوپرنیکس سے منسوب ہے اب عام طور پر

مسلمہ ہے، اس کی رو سے آسمان کی یومیہ حرکت محض مری اور ظاہری ہے درحقیقت زمین سمتِ مقابل میں یعنی مغرب سے مشرق کو ایک ایسے محور کے گرد گھومتی ہے جو آگے بڑھانے پر ہر دو قطب سماوی میں سے گزرتا ہے اور اس طرح سے مشاہدہ کنندہ کے افق کی سطح مستوی ہر لمحہ بدلتی رہتی ہے اس طرح سے نئے ستارے مشرق میں نظر آتے رہتے ہیں جسے ہم یوں بیان کرتے ہیں کہ وہ طلوع ہوئے دوسری جانب مغرب کی طرف کے ستارے دم بدم نظر سے اوجھل ہوتے جلتے ہیں جسے ہم عام الفاظ میں یوں بیان

کرتے ہیں کہ وہ غروب ہو گئے۔

کوپرنیکس نے سورج کی ظاہری سالانہ گردش کی تشریح بھی کی اور بتایا کہ سورج زمین کے گرد نہیں گھومتا بلکہ درحقیقت زمین سورج کے گرد گھومتی ہے اور باقی سیارے اور زمین ایسا نظام بناتے ہیں جو سورج کے گرد گھومتا ہے اور اس سے روشنی اور حرارت حاصل کرتا ہے۔

ہیئت دانوں نے اس تشریح کو پہلے پہل نہایت مشتبہ نگاہوں سے دیکھا لیکن بعد کے اکتشافات نے اس کی صحت اور درستی میں شبہ کی کوئی گنجائش باقی نہ رکھی اس لیے ہمیں اس امر کو بلا ثبوت تسلیم نہیں کر لینا چاہیے بلکہ بنظر تحقیق ان مسلسل منازل پر غور کرنا چاہیے جن سے نتائج متذکرہ بالا مستنبط ہوئے۔

اگرچہ یہ نظریہ کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے آج سے تین صدی پہلے تک عام طور پر مقبول نہیں تھا لیکن اس سے یہ قیاس نہیں کرنا چاہیے کہ یہ خیال بالکل نیا ہے۔ سیسٹر و بیان کرتا ہے کہ سائڈرا کیوز کے ہامی ٹائٹس کا جو سنہ عیسوی سے ۲۴۰ سال قبل گزرا ہے یہی خیال تھا۔ کوپرنیکس کہتا ہے کہ سیسرو کے انہی کلمات نے پہلے پہل مجھے زمین کی حرکت پر غور کرنے کی طرف توجہ دلائی۔

۱۰۔ حوالہ کی غرض سے ثابت ستاروں کے اضافی مقامات اور ان کے اندر سورج کے ظاہری راستہ نقشہ کا ایک کرہ کی سطح پر اس طرح کھینچا گیا ہے کہ نقشہ میں کسی دو ستاروں کے محاذی کرہ کے مرکز پر بھی وہی زاویہ بنتا ہے جو متناظر ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے۔ اس قسم کا کرہ آسمان کی شکل کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے جب کہ مشاہدہ کنندہ کو مرکز پر فرض کیا جائے۔

طالب علم کو یاد رہے کہ اس قسم کا کرہ اجرام سماوی کے محض زاویائی فاصلوں کو تعبیر کرنے کے کام آسکتا ہے لیکن ان اجرام کے جو فاصلے زمین سے ہیں ان کی اس سے تعبیر نہیں ہو سکتی کیونکہ ثابت ستارے سورج اور سیاروں کی نسبت لا انتہا فاصلہ پر واقع ہیں حالانکہ ان سب کو کرہ مذکور پر مشاہدہ کنندہ سے متساوی الفاصل دکھایا گیا ہے۔

تعریفات

(۱) وہ دائرہ کبیر جس پر افق کی سطح مستوی کرہ سماوی کو قطع کرتی ہے افق سماوی کہلاتی ہے۔

نوٹ - کسی جرم فلکی کا مقام بلحاظ افق کے معلوم کرنا سمندر پر زیادہ آسان ہے، لیکن زمین پر اس کی سطح کی ناہمواری کی وجہ سے افق دکھائی نہیں دیتا بایں ہمہ ہم افقی سطح کا تعین سمت شاقولی پر عمود و اسطح سے آسانی کر سکتے ہیں اور اسی کے لحاظ سے کسی جرم فلکی کا مقام معلوم کر سکتے ہیں۔ ہیئت داں بعض اوقات قلیل مقدار میں کسی ساکن مانع مثلاً پارے کی سطح کو بھی افق کی سطح مستوی کی تعیین کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

(۲) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو اوپر کی طرف خارج کریں تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کریگا اس کہلاتا ہے۔

(۳) اگر ہم شاقول کی ڈوری کی سمت کو نیچے کی طرف خارج کریں تو وہ نقطہ جس پر یہ خط کرہ سماوی کو قطع کریگا نظیر الواس یا محض نظیر کہلاتا ہے۔

نوٹ - ظاہر ہے کہ اس اور نظیر افق سماوی کے قطب ہیں۔

(۴) نصف النہار سماوی - آسمان پر کا وہ دائرہ کبیر جو رأس اور قطب سماوی میں سے کھینچا جائے نصف النہار سماوی کہلاتا ہے۔

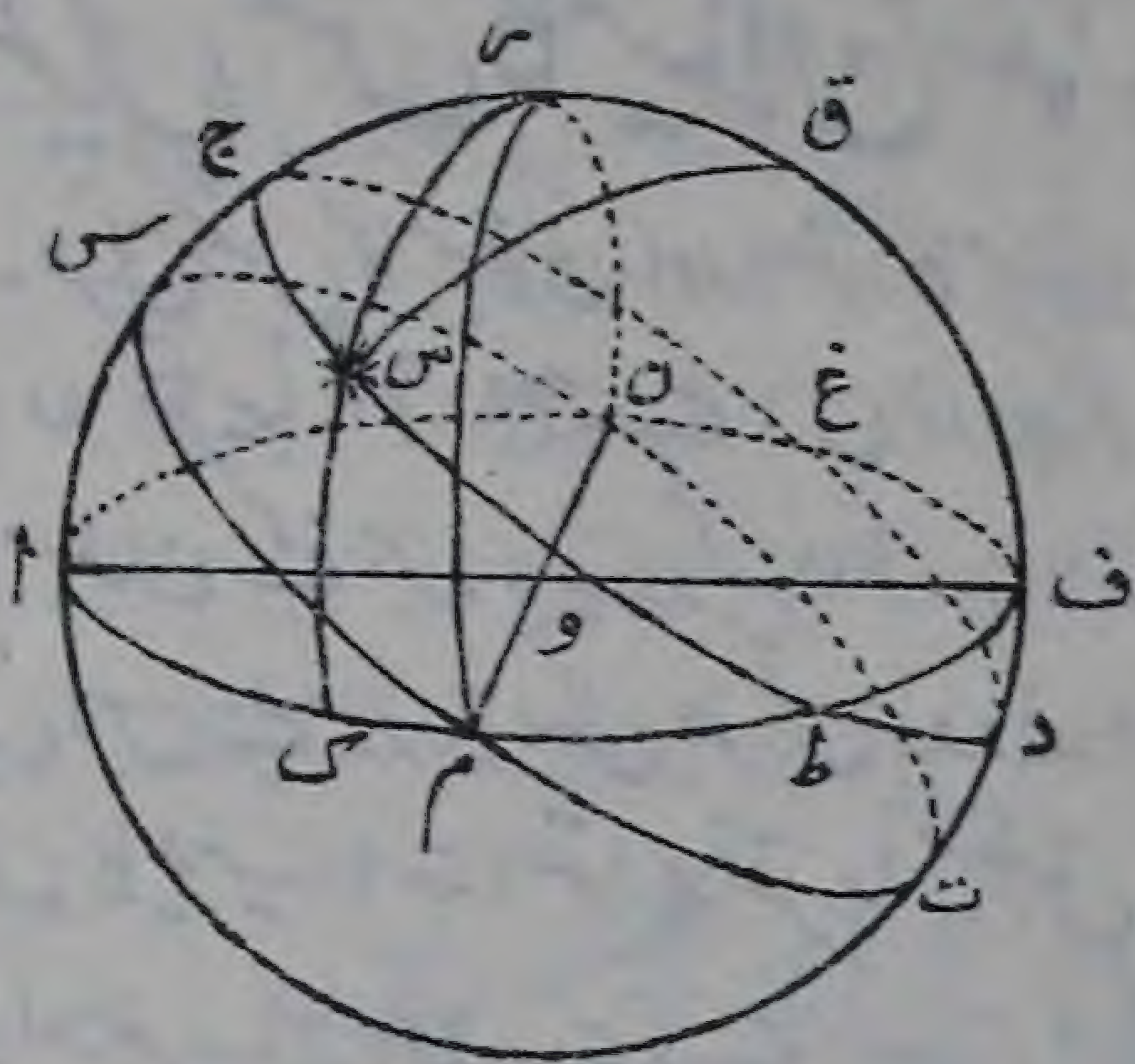
(۵) اُن دائروں کو جو افق پر عمود ہوں (یعنی افق کے ثانویوں کو) انتصابی یا دوائر سمتی بھی کہتے ہیں۔

(۶) وہ انتصابی جو شرقاً غرباً کھینچا جائے اور نصف النہار پر عمود ہوا اول السموت کہلاتا ہے۔

(۷) استوائ سماوی آسمان میں وہ کبیر دائرہ ہے جس کی سطح مستوی قطب سماوی کی سمت پر عمود وار ہو۔

شمالی قطب سماوی اور جنوبی قطب سماوی صریحاً خط استوائ کے قطب ہیں۔ وہ صغیر دائرے جو ستارے اپنی یومیہ حرکت کے دوران میں قطب سماوی کے گرد بناتے ہیں استوائ سماوی کے متوازی ہوتے ہیں۔

چونکہ ہر دو کبیر دائرے ایک دوسرے کی تنصیف کرتے ہیں (یعنی ان کا ایک مشترک قطر ہوتا ہے) اس لیے ظاہر ہے کہ استوائ سماوی کا ایک نصف افق کے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف نیچے، پس اگر کوئی ستارہ یا دیگر جرم فلکی خط استوائ پر واقع ہو تو یہ اپنی یومیہ حرکت کے دوران میں جتنا عرصہ افق سے اوپر رہیگا اتنا ہی



عرصہ افق سے نیچے
رہیگا، نیز نقطہ شرقی
سے طلوع کریگا اور
اور نقطہ غربی پر
غروب ہوگا۔

ط س ج غ
ایک ستارہ س کا
”یومیہ متوازی“
ہے ستارہ ط سے
طلوع کرتا ہے اور
غ پر غروب ہوتا ہے

شکل ۱۱ - کرہ سماوی کا نقشہ - مشاہدہ کنندہ (و) پر ہے۔

و مشاہدہ کنندہ کا مقام ہے

۱ م ف ن افق ہے

س رأس ہے

ق قطب سماوی ہے

۱ م ق ف نصف النہار سماوی ہے

س م ت ن استوا کے سماوی ہے

م س ن اول السموت ہے

ف نقطہ شمالی ہے

۱ نقطہ جنوبی ہے

م نقطہ شرقی ہے

ن نقطہ غربی ہے

س ایک ستارہ ہے۔

س ک س میں سے انتصابی

۱ س ق س س کا ساعتی زاویہ

(۸) تعریف - ایک سال کے دوران میں ثابت ستاروں کے اندر سورج

کے ظاہری راستہ کو طریق شمس کہتے ہیں۔

اگر سورج کے اس ظاہری راستہ کو کرہ سماوی پر مرتسم کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرہ کبیر سے تعبیر ہو سکتا ہے۔ جب چاند اپنی ماہانہ گردش میں جب کہ یہ بدر ہو یا ہلال طریق شمس کی سطح مستوی کو عبور کرتا ہے تو خسوف واقع ہوتا ہے اس کے ہلال ہونے کی صورت میں سورج کا خسوف ہوگا اور بدر ہونے کی صورت میں چاند کا خسوف۔

طریق شمس کا میلان استوا کے ساتھ اعتدالین

۱۱۔ طریق شمس کا مستوی اور استوا کا مستوی ایک دوسرے کو جس زاویہ پر قطع کرتے ہیں وہ تقریباً $23^{\circ} 28'$ ہے اس زاویہ کو استوا کی سطح مستوی کے ساتھ طریق شمس کا میلان کہتے ہیں۔ یہ دو کبیر دائرے لازماً ایک دوسرے کو دو نقطوں پر قطع کرتے ہیں اس لیے سورج سال بھر میں دو دفعہ استوا کو عبور کرتا ہے، ان دونوں دنوں میں اس کا یومیہ راستہ استوا پر تقریباً منطبق ہوتا ہے یعنی یہ عین مشرق سے طلوع کرتا ہے اور مغرب میں غروب ہوتا ہے، لہذا اس کے یومیہ راستہ کا ایک نصف افق سے اوپر ہوتا ہے اور دوسرا نصف نیچے (دیکھو شکل ۱۱) یعنی تمام دنیا پر دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں یہی وجہ ہے کہ ان دو اوقات کو اعتدالین کہتے ہیں، نیز طریق شمس اور استوا کے دو نقاط تقاطع کو نقاط اعتدالین سے موسوم کرتے ہیں۔ ان نقاط میں سے ایک کو اس الحل (۱۲) اور دوسرے کو برج میزان (۱۳) کا پہلا نقطہ کہتے ہیں کیونکہ جس وقت متقدمین نے ان نقطوں کو پہلے پہل نامزد کیا تو یہ حمل اور میزان کے برجوں میں تھے سورج اس الحل پر ۲۱ مارچ کو ہوتا ہے اور استوا کے مغرب سے شمال کی طرف جاتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدال ربیع کہتے ہیں، نیز سورج میزان کے پہلے نقطہ پر ۲۳ ستمبر کو ہوتا ہے اور استوا کو شمال کی طرف سے جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔ اس تاریخ کو اعتدال خریف کہتے ہیں۔

منطقۃ البروج کی علامتیں

۱۲۔ زمانہ سلف کے ہیئت دانوں نے شاہدہ سے یہ معلوم کیا کہ چاند اور ستارے طریق شمس سے کبھی کسی بڑے زاویسی فاصلہ پر نہیں پہنچتے اس لیے انھوں نے آسمان پر ایک خیالی سی کھنچی ہوئی تصور کر لی جو طریق شمس کے دونوں جانب ۹۰ تک پھیلی ہوئی ہے اور دیکھا کہ سورج کے علاوہ چاند اور دیگر ستارے ہمیشہ اسی پٹی کے اندر کہیں نہ کہیں پائے جاتے ہیں انھوں نے اس پٹی کا نام منطقۃ البروج رکھا اور بروج کے نام یا علامتیں ان جانوروں یا دیگر اشیا کے اسماء سے تجویز کیے جن سے بروج کے

اندر کے ستاروں کے مجموعے خیالی طور پر کچھ نہ کچھ مشابہت رکھتے تھے۔ منطقہ بروج کی ۱۲ علامتیں ہیں ان کے نام اور نیزان کو تعبیر کرنے والی علامتیں ذیل میں درج ہیں:-

حمل	ثور	جوزا	سرطان	اسد	سنبلہ
♈	♉	♊	♋	♌	♍
میزان	عقرب	قوس	جدی	دلو	حوت
♎	♏	♐	♑	♒	♓

ارتفاع اور السمیت

۱۳۔ کسی جرم فلکی کے ارتفاع سے اس کا وہ (زاویہ) فاصلہ مراد ہوتا ہے جو افق سے اُس قوس پر ناپا جائے جو کہ جرم مذکور سے افق پر عموداً کھینچی گئی ہو (یا بالفاظ دیگر وہ فاصلہ ہے جو جرم مذکور میں سے گزرنے والے انتصابی پر ناپا جائے)۔ کسی جرم فلکی کی السمیت سے وہ قوس مراد ہوتی ہے جو نصف النہار اور جرم مذکور میں سے گزرنے والے انتصابی کے پائین کے درمیان افق پر منقطع ہوتا ہے۔ مثلاً شکل ۳ میں ستارہ کا ارتفاع = س ک اور السمیت = م ک

ظاہر ہے کہ ستارہ س کی السمیت کو خواہ م ک سے تعبیر کیا جائے خواہ ف ک سے، اس سے کچھ فرق نہیں پڑتا بشرطیکہ یہ واضح کر دیا جائے کہ ہم اس کو نقطہ شمالی سے ناپ رہے ہیں یا نقطہ جنوبی سے۔ زمین کے نصف کرہ شمالی میں السمیت کو عام طور پر نقطہ جنوبی سے شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے اور جنوبی نصف کرہ میں نقطہ شمالی سے شرقاً غرباً۔ مثلاً اگر قوس اک = ۳۰° تو س کی السمیت = ۳۰° شرق قوس س کو جرم مذکور کا راسی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً ارتفاع کے متمم کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر ہمیں کسی جرم کا ارتفاع اور السمیت معلوم ہوں تو ہم مشاہدہ کنندہ کے افق اور نصف النہار کے لحاظ سے کرہ سماوی پر جرم مذکور کے مقام کی تعیین کر سکتے ہیں۔ لیکن چونکہ زمین کی گردش کی وجہ سے مشاہدہ کنندہ کا افق ہر لمحہ بدلتا رہتا ہے اور نیز چونکہ زمین پر کے مختلف مقامات کے لیے افق اور نصف النہار مختلف

ہوتے ہیں، اس لیے کسی جرم کے ارتفاع اور السمت سے اس کا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ محض وقت کی اُس خاص آن اور زمین پر کے ایک خاص محل کے لیے ہی درست متصور ہو سکتا ہے۔

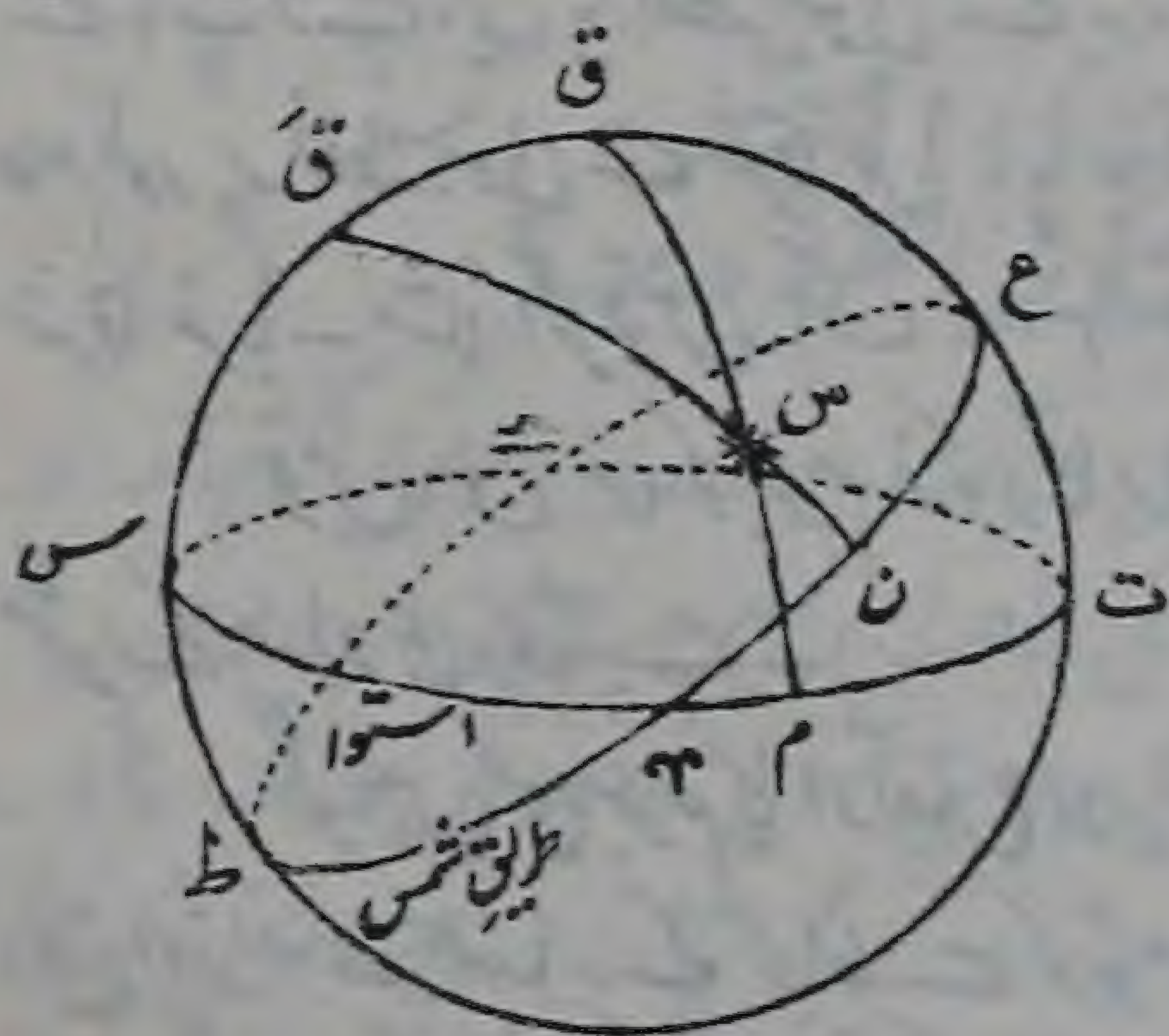
میل اور صعودِ مستقیم

۱۴۔ کسی جرم کے مقام کا تعین بلحاظ افق کے کرنے کی بجائے بلحاظ استواء سماوی کے بھی کیا جاسکتا ہے۔ ان پیمائشوں کے لحاظ سے اس کا جو مقام متعین ہوتا ہے وہ سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے تابع نہیں ہوتا اور اس لیے اس میں ہر لمحہ تبدیلی ہونے کا اندیشہ نہیں۔ بعد ازاں واضح ہوگا کہ درحقیقت تغیر تو اس میں واقع ہوتا ہے لیکن مقابلۂ طول مدتوں کے بعد۔

کسی جرم فلکی کے میل سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خطِ استواء سے اُس قوس ناپا جائے جو جرم مذکور میں سے استوا پر عموداً کھینچی گئی ہو۔

صعودِ مستقیم سے استوا کی وہ قوس مراد ہے جو اس المحل اور اُس قوس کے درمیان ہو جو جرم مذکور میں سے استوا پر عموداً کھینچی جائے۔

صعودِ مستقیم ۴۵° سے مشرق کی طرف ۰° سے ۳۰° تک ناپا جاتا ہے۔ مثلاً شکل ۱۴ میں فرض کرو کہ س م ت استوا کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۱۴

اور ط ع طریق شمس ہے۔

دائرہ ثانوی س ط ت ق

کھینچو جو استوا اور طریق شمس دونوں کے لیے مشترک ہو۔ اور جو استوا کے قطب (قطب سماوی) ق میں سے اور طریق شمس کے قطب ق میں سے گزرے۔ تب اگر جرم سماوی کا

مقام س ہو تو

س م = جرم مذکور کا میل جو ق م پر ناپا جائے۔

۴۴ م = جرم مذکور کا صعودِ مستقیم جو استوا پر ناپا جائے۔
 قوس س ق کو جرم مذکور کا قطبی فاصلہ کہتے ہیں اور یہ صریحاً میل کے
 مستقیم کے مساوی ہے۔

سماوی عرض بلد اور طول بلد

کسی جرمِ فلکی کے مقام کا تعین بلحاظ طریق شمس کے بھی کیا جاتا ہے۔
 کسی جرمِ فلکی کے عرض بلد سے وہ فاصلہ مراد ہے جو طریق شمس سے
 اُس قوس پر ناپا جائے جو جرم مذکور میں سے طریق شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو۔
 طول بلد سے طریق شمس کی وہ قوس مراد ہے جو جبل کے پہلے نقطہ اور
 اُس قوس کے پائین کے درمیان ہو جو جرم مذکور میں سے طریق شمس پر عموداً کھینچی گئی ہو۔
 مثلاً (شکل ۱۷) س ن = س کا عرض بلد اور ۴۴ ن = طول بلد۔
 ان پیمائشوں کو ارضی طول بلد اور عرض بلد سے تمیز کرنے کے لیے جن کے
 ساتھ ان کا کوئی تعلق نہیں، سماوی عرض بلد اور طول بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔
 اجرامِ فلکی کے طول بلد بھی اُن کے صعودِ مستقیم کی طرح ۴۴ سے شروع کر کے
 ۰ سے ۹۰ تک ناپے جاتے ہیں۔

اجرامِ فلکی کے میل اور عرض بلد دونوں بالترتیب استوا اور طریق شمس کے
 ہر دو جانب ۰ سے ۹۰ تک ناپے جاتے ہیں۔ اگر یہ ان کبیر دائروں سے قطب شمالی کی
 طرف ناپے جائیں تو ان کو شمالی میل یا شمالی عرض بلد کہا جاتا ہے اور اگر قطب جنوبی کی
 طرف ناپے جائیں تو جنوبی میل یا جنوبی عرض بلد سے موسوم کیا جاتا ہے۔

میلی دائرے اور ساعتی زاویہ

استوا کے ثانویوں کو میلی دائرے کہتے ہیں کیونکہ انھیں دائروں پر اجرامِ فلکی
 کے میل ناپے جاتے ہیں۔

وہ زاویہ جو کسی ستارے میں سے گزرنے والا میلی دائرہ نصف النہار کے
 ساتھ بناتا ہے ستارہ مذکور کا ساعتی زاویہ کہلاتا ہے، اس کی وجہ یہ ہے کہ اگر یہ

زاویہ معلوم ہو تو ہم اس سے وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو اس ستارے کو نصف النہار کے عبور کرنے تک صرف ہو گا یا وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جو ستارہ مذکور کے گزشتہ مرتبہ نصف النہار کو عبور کرنے سے آن مشاہدہ تک صرف ہوا۔ کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ ستارہ مذکور قطب سماوی کے گرد 360° کا دور 23 گھنٹے 56 منٹ 4 سکند میں پورا کر لیتا ہے۔

مثلاً (شکل ۲) میں زاویہ $س ق س$ = ستارہ $س$ کا ساعتی زاویہ۔

میلی دائروں کو اس بنا پر ساعتی دائرے بھی کہتے ہیں۔

سورج کے میل کی تبدیلیاں جب کہ یہ سال کے دوران میں طریق شمس پر گردش کرتا ہے۔

۱۵۔ اعتدال ربیع پر سورج کا میل صفر ہوتا ہے کیونکہ یہ اس وقت ۳۳ پر ہوتا ہے (دیکھو شکل ۲)۔ اس کے بعد ہر روز آہستہ آہستہ اس کی سالانہ حرکت کی وجہ سے اس کا میل بڑھتا رہتا ہے حتیٰ کہ ۲۱ جون کے قریب زیادہ سے زیادہ ہو جاتا ہے یعنی $۲۳^\circ ۲۸'$ کے مساوی ہو جاتا ہے۔ لیکن ۲۱ جون کے قریب زیادہ سے زیادہ ہو جاتا ہے یعنی $۲۳^\circ ۲۸'$ کے درمیان ان دونوں کے مشترک ثنائی پر قطع ہوتی ہے اس لیے یہ قوس ان دونوں کبیر دائروں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش ہے جو تقریباً $۲۳^\circ ۲۸'$ کے مساوی ہے۔ پس قوس $۲۳^\circ ۲۸'$ = وسط گرما میں سورج کا بڑے سے بڑا میل

= $۲۳^\circ ۲۸'$ شمال

اس وقت کو انقلاب گرما کہتے ہیں اور سورج ۳۳ کی طرف واپس لوٹنے سے کچھ عرصہ تک ٹھہرا ہوا معلوم ہوتا ہے۔

وسط گرما کے بعد سورج کا میل بتدریج کم ہوتا جاتا ہے حتیٰ کہ ۳۳ پر (تقریباً ۲۳ ستمبر کے قریب) یہ پھر صفر ہو جاتا ہے۔ ۲۳ ستمبر کے بعد ۲۱ مارچ تک سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے وسط سرما میں (۲۱ دسمبر کے قریب) اس کی بڑی سے بڑی قیمت $۲۳^\circ ۲۸'$ جنوب ہو جاتی ہے۔ اس وقت کو انقلاب سرما کہتے ہیں، پس سورج کا میل اعتدال ربیع پر ۰ =

• انقلاب سرما پر = $۲۳^\circ ۲۸'$ شمال

سورج کا میل اعتدال خریف پر =

انقلاب سرما پر = $23^{\circ} 28'$ جنوب

اس عرصہ کے دوران میں جس کو سال کہتے ہیں سورج کا صیعو و مستقیم اور طول بلد اعتدال ربیع پر صفر سے شروع ہو کر بعد کے اعتدال ربیع کے عین قبل 340° تک پہنچ جاتے ہیں اور ہر ۲۱ جون کو 90° ستمبر کو 180° اور ۲۱ دسمبر کو 270° ہوتا ہے۔ یہ ذکر کرنا چنداں ضروری نہیں معلوم ہوتا کہ سورج کے طریق شمس پر رہنے کی وجہ سے اس کا عرض بلد ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔

جب ہم سورج کے میل کا ذکر کرتے ہیں تو اس سے ہماری مراد سورج کے قرض کے مرکز کے میل سے ہوتی ہے۔

خط سرطان اور خط جدی

اگر ہم کرہ سماوی پر خط استوا کے متوازی دو صغیر دائرے کھینچیں جو دونوں استوا سے $23^{\circ} 28'$ کے فاصلہ پر بالترتیب شمال اور جنوب کی طرف واقع ہوں تو یہ صغیر دائرے بالترتیب ۲۱ جون اور ۲۱ دسمبر کو سورج کے یومیہ راستوں کو تعبیر کریں گے۔ جب سورج ان پر پہنچتا ہے تو واپس لوٹتا ہوا معلوم ہوتا ہے شمالی دائرہ کو خط سرطان اور جنوبی دائرہ کو خط جدی کہتے ہیں۔

دائرہ اعتدال سے مراد استوا کا وہ ثانوی ہے جو نقاط اعتدال میں سے کھینچا جائے۔
دائرہ انقلاب سے مراد استوا کا وہ ثانوی ہے جو نقاط انقلاب میں سے کھینچا جائے۔
پس دائرہ انقلاب طریق شمس کا بھی ثانوی ہوتا ہے۔

کسی ستارہ کا ارتفاع بڑے سے بڑا اس وقت ہوتا ہے جب کہ نصف النہار پر ہو

فرض کرو نصف النہار پر ستارہ کا مقام س ہے اور کسی اور وقت اس کا مقام س ہے اس سے اور ق س کو ملاؤ۔

اب چونکہ مثلث کروی کے دو اضلاع مل کر تیسرے سے ہمیشہ بڑے ہوتے ہیں، اس لیے س س + س ق کے ق س



شکل ۵

لیکن ق ق س = ق ق س،

کیونکہ ستارہ کا فاصلہ قطب ق سے ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔

∴ س س + س ق = ق ق س

مشترک حصہ س ق نکال

دینے سے س س کے س س، یعنی

کسی ستارہ کا اسی فاصلہ چھوٹے سے چھوٹا

اُس وقت ہوتا ہے جب کہ نصف النہار

پر ہو، لہذا نصف النہار پر اس کا

ارتفاع بڑے سے بڑا ہوتا ہے۔

اسی طرح سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ افق کے نیچے کسی جرم کی پستی زیادہ سے زیادہ

اُس وقت ہوتی ہے جب کہ یہ نصف النہار پر ہو۔

مشقیں

(۱) اس کا ارتفاع اور سامتی زاویہ معلوم کرو [جواب ۹۰°۔]

(۲) قطب سماوی کا میل اور عرض بلد کیا ہے [جواب ۹۰: ۹۶: ۳۲ (۹۰-۲۳-۲۸)]

(۳) طریق شمس کا قطب، قطب سماوی سے کس فاصلہ پر ہے الفاظ دیگر شکل ۵ میں

ق ق ق ق کا زاویہ طویل کیا ہے۔ [جواب ۲۳ ۲۸]

(۴) میل صعود مستقیم، عرض بلد اور طول بلد بتاؤ

جواب ۱۸۰، ۰، ۱۸۰، ۰

(۵) آسمان کا کونسا نقطہ ایسا ہے کہ اس کا میل، صعود مستقیم، عرض بلد، طول بلد سب

صفر ہوں۔ جواب - اس محل ۶۶

(۶) اگر ایک ستارہ نصف النہار کو آج رات کے ۱۱ بجے عبور کرے تو بتاؤ کہ یہ (۱)

کل رات کو (۲) ۱۵ دن کے بعد کس وقت عبور کرے گا بشرطیکہ سورج کے صعود مستقیم

کی تبدیلی کو سال بھر کے لیے یکساں تصور کیا جائے دیکھو دفعات ۵ اور ۶۔

جواب (۱) ۱۰ بج کر ۵۶ منٹ رات (۲) تقریباً ۱۰ بجے رات
(۷) یہی ستارہ نصف النہار کو ایک سال کے بعد کس وقت عبور کرے گا۔ جواب ۱۱ بجے رات
(۸) ایک ستارہ نصف النہار پر آج عین آدھی رات کو قطب کے اوپر ۱۰° پر ہے
آج سے عین (۱) چھ ماہ بعد (۲) ایک سال بعد یہ آدھی رات کو کہاں ہوگا جب کہ طریق شمس
پر سورج کی ظاہری حرکت کو یکساں تصور کیا جائے۔

(۹) سورج کا صعودِ مستقیم ۲۱ مارچ، ۲۱ جون، ۲۳ ستمبر، ۲۱ دسمبر کو کیا ہوتا ہے،
جواب ۰°، ۹۰°، ۱۸۰°، ۲۷۰°

(۱۰) بتاؤ کہ سورج کا میل اور صعودِ مستقیم ۲۱ اپریل کو کیا ہوگا، جب کہ ان مقادیر کی
سالانہ تبدیلیوں کو یکساں تصور کیا جائے۔ جواب ۰°، ۲۹°، ۲۰° شمال، ۳۰°
(۱۱) سوال ماقبل کے مفروضہ کی بنا پر بتاؤ کہ کس وقت سورج کا (۱) صعودِ مستقیم
۱۲۰° ہوگا۔ (۲) کس وقت اس کا میل ۱۵°، ۳۸°، ۴۰° شمال ہوگا۔

جواب (۱) ۲۱ جولائی (۲) ۲۱ مئی یا ۲۱ جولائی

نوٹ - طالب علم کو سماوی کے ذریعہ یا بحری جہت کے مطالعہ سے دیکھ سکتا ہے کہ
دسویں اور گیارہویں سوالوں کے جواب مذکورہ بالا تاریخوں پر سورج کے صحیح میل اور صعودِ مستقیم کو
تعبیر نہیں کرتے جس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ دورانِ سال میں ان مقادیر میں جو تبدیلی واقع
ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہے۔

(۱۲) اعتدالوں کے وقت کسی مقام پر طلوع و غروبِ آفتاب کا وقت کیا ہوگا۔

جواب - ۶ بجے صبح اور ۶ بجے شام

(۱۳) سورج کا ساعتی زاویہ ۲۱ مارچ کو بوقتِ طلوع کیا ہوگا۔

جواب ۹۰°

دوسرا باب

زمین

۱۶۔ یہ زمانہ ابتدائی کے محققین بھی جانتے تھے کہ زمین کی شکل تقریباً گروی ہے۔ یہاں ہم چند ایسے دلائل کا سرسری ذکر کریں گے جن سے نتیجہ مذکورہ مستنبط ہوتا ہے، یہ دلائل حسب ذیل ہیں۔

(۱) سمندر پر جہاز کا شکم پہلے غائب ہو جاتا ہے جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جہاز محدب سطح پر حرکت کر رہا ہے۔

(۲) جب زمین کا ظل چاند کی سطح پر پڑتا ہے تو چاند کا خسوف واقع ہوتا ہے۔ دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ زمین کے ظل کا خط محیط ہمیشہ دائرہ کی ایک قوس ہوتی ہے اور ہم جانتے ہیں کہ کرہ کے سوائے اور کوئی جسم ایسا نہیں ہے جو ہر وضع میں مستدیر ظل ڈال سکے۔

(۳) اس امر کی ایک قاطع دلیل جو مشاہدہ پر مبنی ہے یہ ہے کہ شمالاً جنوباً مساوی فاصلے طے کرنے سے کسی ثابت ستارے کے نصف النہاری ارتفاعوں میں یا قطب سماوی کے ارتفاع میں مساوی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں اور ایسا کبھی واقع ہو نہیں سکتا جب تک کہ یہ فرض نہ کر لیا جائے کہ زمین گول ہے۔

قطب سماوی کی سمت مستقل رہتی ہے

۱۷۔ چونکہ یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ قطب سماوی کا فاصلہ زمین پر کے کسی فاصلہ سے مقابلہ لا انتہا زیادہ ہے اس لیے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص زمین پر اپنے مقام کو کہیں بدلے تو جو خط ان مقامات سے قطب سماوی کی سمت میں کھینچے جائیں وہ عملاً ایک دوسرے کے متوازی رہیں گے۔

زمین کا محور - زمین کا خط استوا عرض بلد اور طول بلد

زمین کے اُس قطر کو جو ہمیشہ قطبِ سماوی کی مستقل سمت کے متوازی رہتا ہے زمین کا محور کہتے ہیں۔

زمین کا محور زمین کی سطح کو دو نقاط پر قطع کرتا ہے جن کو زمین کا قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی کہتے ہیں۔

وہ دائرہ کبیر جو زمین کی سطح پر اس طرح کھینچا جائے کہ اس کی سطح زمین کے محور پر عمود ہو زمین کا خط استوا (یا استوائی ارضی) کہلاتا ہے۔

وہ کبیر دائرے جو زمین کے قطبوں میں سے زمین کی سطح پر کھینچے جائیں زمین کے نصف النہار (یا نصف النہار ارضی) کہلاتے ہیں۔ گرتیج کے نصف النہار کو نصف النہارِ اولیٰ کہتے ہیں۔ کسی مقام کے عرض بلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو خط استوا کے شمال یا جنوب کی طرف مقامِ مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار پر ناپا گیا ہو۔

کسی مقام کے طول بلد سے اس کا وہ فاصلہ مراد ہے جو نصف النہارِ اولین سے شرقاً غرباً ناپا جائے اور اس کی پیمائش اُس زاویہ سے ہوتی ہے جو خط استوا کی اُس قوس کے محاذی زمین کے مرکز پر بنتا ہے جو کہ مقامِ مذکور میں سے گزرنے والے نصف النہار اور نصف النہارِ اولیٰ کے مابین خط استوا پر منقطع ہوتی ہے ظاہر ہے کہ یہ زاویہ فاصلہ شرقاً غرباً ناپا جاتا ہے۔

پس اگر خط استوا کے متوازی سطح زمین پر کوئی خط کھینچا جائے تو اس پر کے سب مقامات کا عرض بلد ایک ہی ہوگا اور ایک ہی نصف النہار پر کے سب مقامات کا طول بلد ایک ہی ہوگا عرض بلد کو شمالاً جنوباً ۹۰ سے ۹۰ تک ناپا جاتا ہے اور طول بلد کو شرقاً غرباً ۹۰ سے ۸۰ تک۔

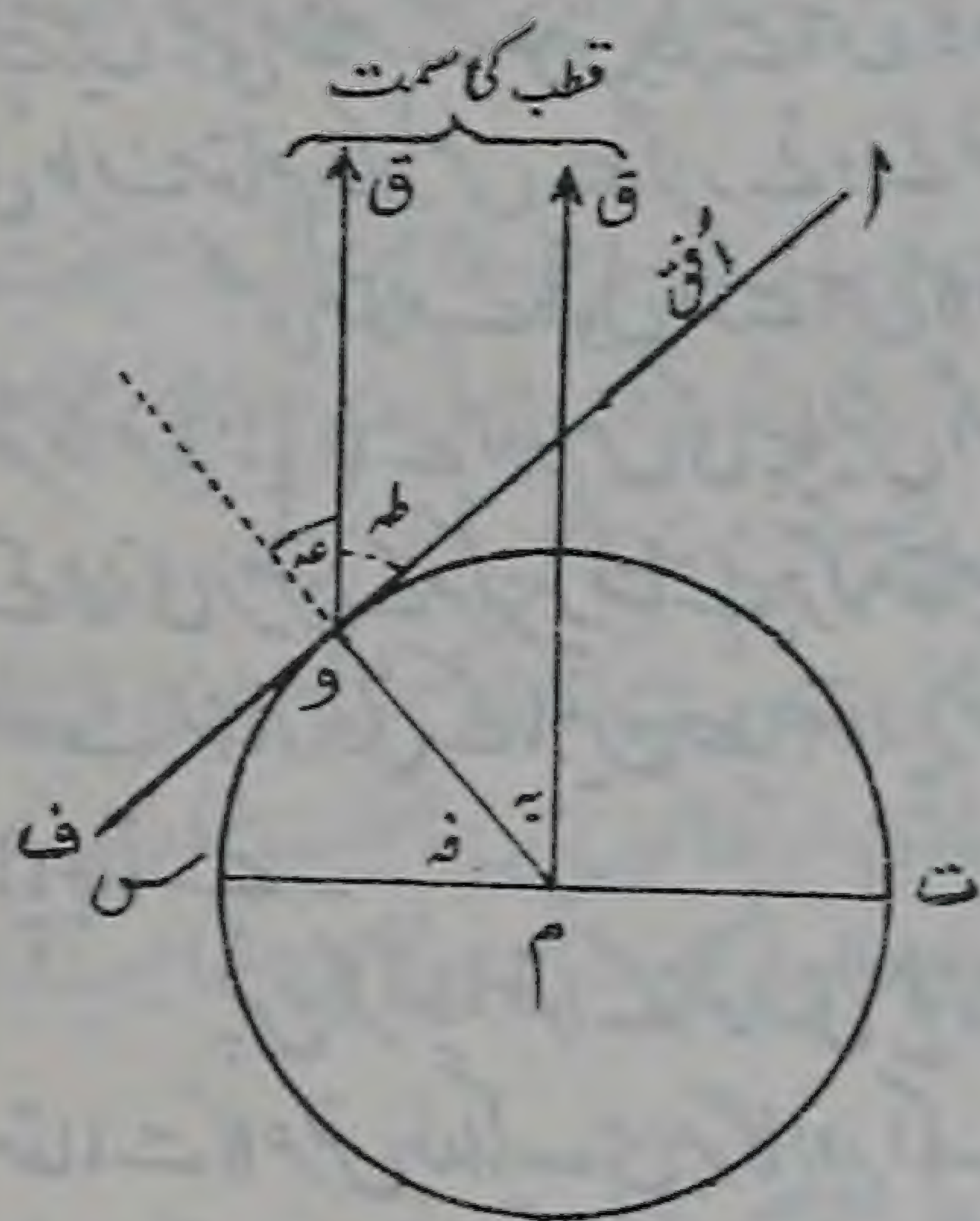
کرہ سماوی پر کے خطِ سرطان اور جدی کے متناظر خط استوا کے متوازی سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے ہوئے فرض کیے گئے ہیں جن میں سے ایک ۲۳ ۲۸ کے فاصلہ پر شمال کی طرف ہے اور دوسرا اتنے ہی فاصلہ پر جنوب کی طرف۔ ان صغیر دائروں کو بھی بالترتیب خطِ سرطان اور خطِ جدی کہتے ہیں۔ اگر قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی سے

۲۳° ۲۸' کے فاصلہ پر سطح زمین پر دو صغیر دائرے کھینچے جائیں تو ان دائروں کو بالترتیب دائرۃ بارکہ شمالی اور دائرۃ بارکہ جنوبی کہتے ہیں۔

سطح زمین کا وہ حصہ جو خطِ سرطان اور خطِ جدی سے محیط ہوتا ہے منطقہ حارہ کہلاتا ہے، اس کی سطح کے وہ حصے جو ایک طرف خطِ سرطان اور دائرہ بارہ شمالی کے مابین اور دوسری طرف خطِ جدی اور دائرہ بارہ جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقہ معتدلہ شمالی اور منطقہ معتدلہ جنوبی کہلاتے ہیں، نیز وہ حصے جو ایک جانب دائرہ بارہ شمالی اور قطب شمالی اور دوسری جانب دائرہ بارہ جنوبی اور قطب جنوبی کے مابین واقع ہوتے ہیں بالترتیب منطقہ بارہ شمالی اور منطقہ بارہ جنوبی سے موسوم ہوتے ہیں۔

۱۸۔ کسی مقام پر قطب سماوی کا ارتفاع مقام مذکور کے عرض بلد کے

مساوی ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ
مشاہدہ کنندہ مقام و پر ہے، تب چونکہ
قطب سماوی زمین سے بہت ہی دور
ہے اس لیے خط ممق جو زمین کے مرکز
م میں سے قطب شمالی کی سمت میں کھینچا
گیا ہے وق کے متوازی ہوگا۔ نیز
مشاہدہ کنندہ کا افق مماسی سطح اوف
سے تعبیر ہوگا جو میں سے کھینچی گئی ہے۔
اب ہمیں صرف یہ ثابت کرنا
ہے کہ زاویہ طہ جو قطب کا ارتفاع ہے
قوس س و یا زاویہ فہ کے مساوی ہوگا۔
جو مقام و کا عرض بلد ہے۔ چونکہ



جو مقام و عرض بلد ہے۔ چونکہ
 وق متوازی ہے م ق کے اس لیے زاویہ $\theta =$ زاویہ β لیکن طہ متمم ہے زاویہ θ کا
 اور فہ متمم ہے β کا اس لیے طہ = فہ یعنی قطب کا ارتفاع مقام مذکور کے عرض بلد کے
 مساوی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ اگر کوئی شخص شمالاً جنوباً حرکت کرے تو اس کے

عرض بلد میں جو تبدیلی واقع ہوگی وہ قطب کے ارتفاع سے تعبیر ہوگی۔

عرض بلد کے ایک درجہ کا طول زمین کی حساب

زمین کی شکل

۱۹۔ زمین کی سطح پر عملی طور پر ایک درجہ کے طول کی پیمائش کرنے میں بہت سی دقتیں ہیں۔ زمین کی سطح پر کوئی مقام منتخب کرتے ہیں اور قطب کا ارتفاع مشاہدہ کر لیتے ہیں۔ اس مقام کے عین شمال یا جنوب کی طرف ایک اور مقام اتنے فاصلہ پر منتخب کرتے ہیں کہ اس قطب کا ارتفاع بقدر ایک درجہ کے زیادہ یا کم ہو جاتا ہے۔ تب ان دو مقامات کے درمیان نصف النہار کی قوس کا جو طول منقطع ہوتا ہے اس کو احتیاط سے ناپ لیا جاتا ہے، تجربہ سے اس فاصلہ کی اوسط قیمت $۱\frac{1}{4}$ میل معلوم کی گئی ہے اور یہ قیمت صریحاً ایک درجہ کے طول کو تعبیر کرتی ہے۔ عملاً ایک درجہ کے طول کو زمین کی تقریباً بیس مختلف جگہوں پر ناپا گیا ہے اور نتائج میں کچھ زیادہ اختلاف نہیں پایا جاتا۔ زمین کی شکل کے تقریباً گول ہونے کا یہ ایک تصدیقی ثبوت ہے۔

علاوہ ازیں تجربہ سے یہ بھی معلوم ہوا ہے کہ قطبوں کے قریب ایک درجہ کا طول استوا کے قریب کے ایک درجہ کے طول سے نسبتاً بڑا ہے اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ قطبوں کے نزدیک زمین کا انحناء اتنا زیادہ نہیں ہے جتنا کہ استوا کے پاس ہے، بالفاظ دیگر زمین قطبوں پر زیادہ چبٹی ہے۔ درحقیقت زمین کی شکل ایک ایسے جسم کے مشابہ ہے جس کو سیبی کوہ نما کہتے ہیں۔ لیکن زمین کی شکل اور کروی شکل میں بہت ہی خفیف اختلاف ہے۔ زمین کے مختلف مقامات پر ایک درجہ کے طول ذیل کی جدول میں درج کیے جاتے ہیں :-

استوار پر ۶۸۶۷۰۴ میل

عرض بلد ۲۰ پر ۶۸۶۷۸۶ "

" ۳۰ پر ۶۸۶۹۹۳ "

" ۴۰ پر ۶۹۶۲۳۰ "

" ۵۰ پر ۶۹۶۳۸۶ "

اگر ایک درجہ کے طول کو تقریباً $۱\frac{1}{4}$ میل سے تعبیر کیا جائے تو زمین کے محیط اور

قطر کی تقریبی قیمتیں حسب ذیل محسوب کی جاسکتی ہیں۔

$$1 = \frac{1}{69} \text{ میل}$$

$$360 = 25 \text{ ہزار میل سے کچھ کم} = \text{زمین کا محیط}$$

$$\text{زمین کا قطر} = \frac{25000}{36159} = 8000 \text{ میل سے کچھ کم}$$

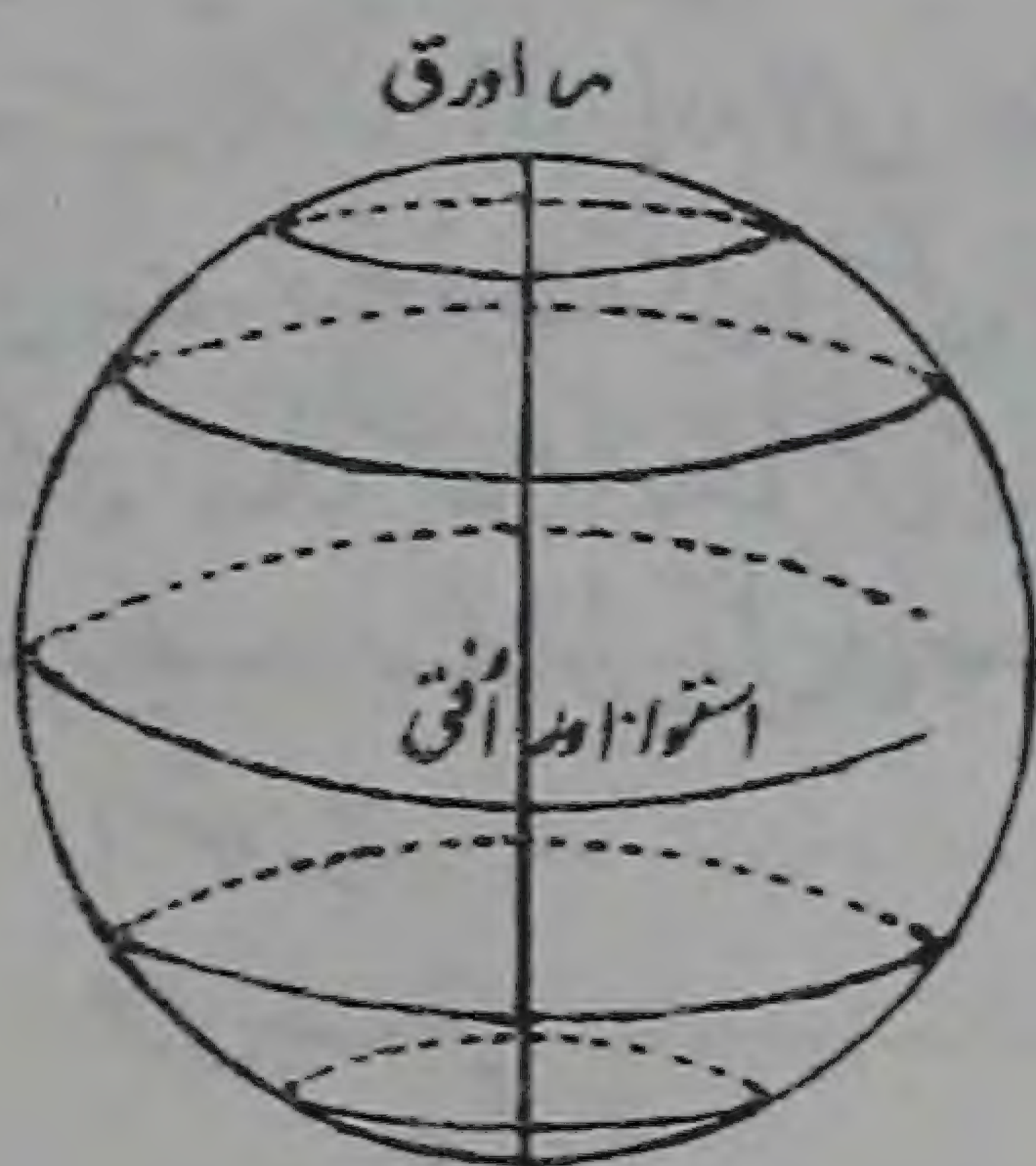
یہ بھی دریافت ہوا کہ زمین کا محوری قطر استوائی قطر سے تقریباً ۲۶ میل کم ہے۔

سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے تبدیل کرنے سے گرہ سماوی کے نظارے

۲۰۔ اگر کوئی شخص خط استوا کے شمال کی طرف کے کسی مقام سے روانہ ہو اور مقام مذکور کے نصف النہار پر شمال کی طرف حرکت کرے تو جوں جوں اس کا عرض بلد بڑھتا جائیگا قطب سماوی کا مقام اُسے بتدریج اونچا ہوتا معلوم ہوگا (دیکھو دفعہ ۱۸)۔ اگر وہ قطب شمالی پر پہنچ سکے تو قطب سماوی اس کو عین اوپر نقطہ راس پر دکھائی دیگا اور اس کا افق استوائی سماوی پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۷)۔

نیز اُسے سب ستارے افق کے متوازی چھوٹے دائروں میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ لہذا وہ سب ستارے جو اُس کو دکھائی دیتے ہیں ابدی الظہور ستارے ہونگے۔

اور وہ ستارے جو استوائی سماوی کے جنوب کی طرف واقع ہیں کبھی نظر نہیں آئینگے۔ پس قطب شمالی پر کھڑا ہو کر مشاہدہ کنندہ کل آسمان کے نصف سے زیادہ سمجھی نہ دیکھ سکے گا اور اس نصف کا کوئی حصہ اُس کی نظر سے اوجھل نہ ہوگا۔ اس قسم کے گرہ سماوی کو متوازی کرہ کہتے ہیں۔ چونکہ نصف سال



شکل ۷۔ متوازی کرہ جب کہ مشاہدہ کنندہ زمین کے کسی قطب پر ہو۔

(۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک) سورج خط استوا کے شمال کی طرف رہتا ہے اس لیے وہ

اس عرصہ میں مشاہدہ کنندہ کے افق سے اوپر دکھائی دے گا۔ چھ مہینے کے اس دوران میں وہ ہر چوبیس گھنٹے میں آسمان پر ایک دور پورا کرتا ہوا معلوم ہوگا اور اگر سورج کے میل میں بتدریج تبدیلی نہ واقع ہوتی رہتی تو اس کا یہ دور افق کے مستوازی رہتا۔ اس موقع پر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع ۲۱ درجن کے قریب ہوگا اور ۲۳° ۲۸' کے مساوی ہوگا۔ دوسرے چھ ماہ میں سورج افق کے نیچے رہتا ہے اور ۲۱ درجن کو افق کے نیچے ۲۳° ۲۸' پر پہنچتا ہے۔ پس قطب شمالی پر دن اور رات دونوں چھ چھ ماہ کے طول کے ہوتے ہیں لیکن اس چھ ماہ کی رات کا معتد بہ حصہ شفق پر مشتمل ہوتا ہے۔

مشاہدہ کنندہ خط استوا پر

اب فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ جنوب کی سمت میں حرکت کرنا شروع کرتا ہے۔ اُسے معلوم ہوگا کہ قطب سماوی بتدریج نیچا ہوتا جاتا ہے اور جب بالآخر وہ خط استوا پر پہنچتا ہے تو قطب سماوی عین افق میں دکھائی دیتا ہے اور عین نقطہ شمال پر منطبق ہوتا ہے، نیز جنوبی قطب سماوی عین نقطہ جنوب پر منطبق ہوتا ہے۔ پس اس صورت میں استوائی سماوی اس کے نقطہ راس اور نظیر الراس میں سے گزرتا ہے،

اس کے افق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے اور اول السموت پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۷)۔

چونکہ ستاروں کے ظاہری پومیہ راستے

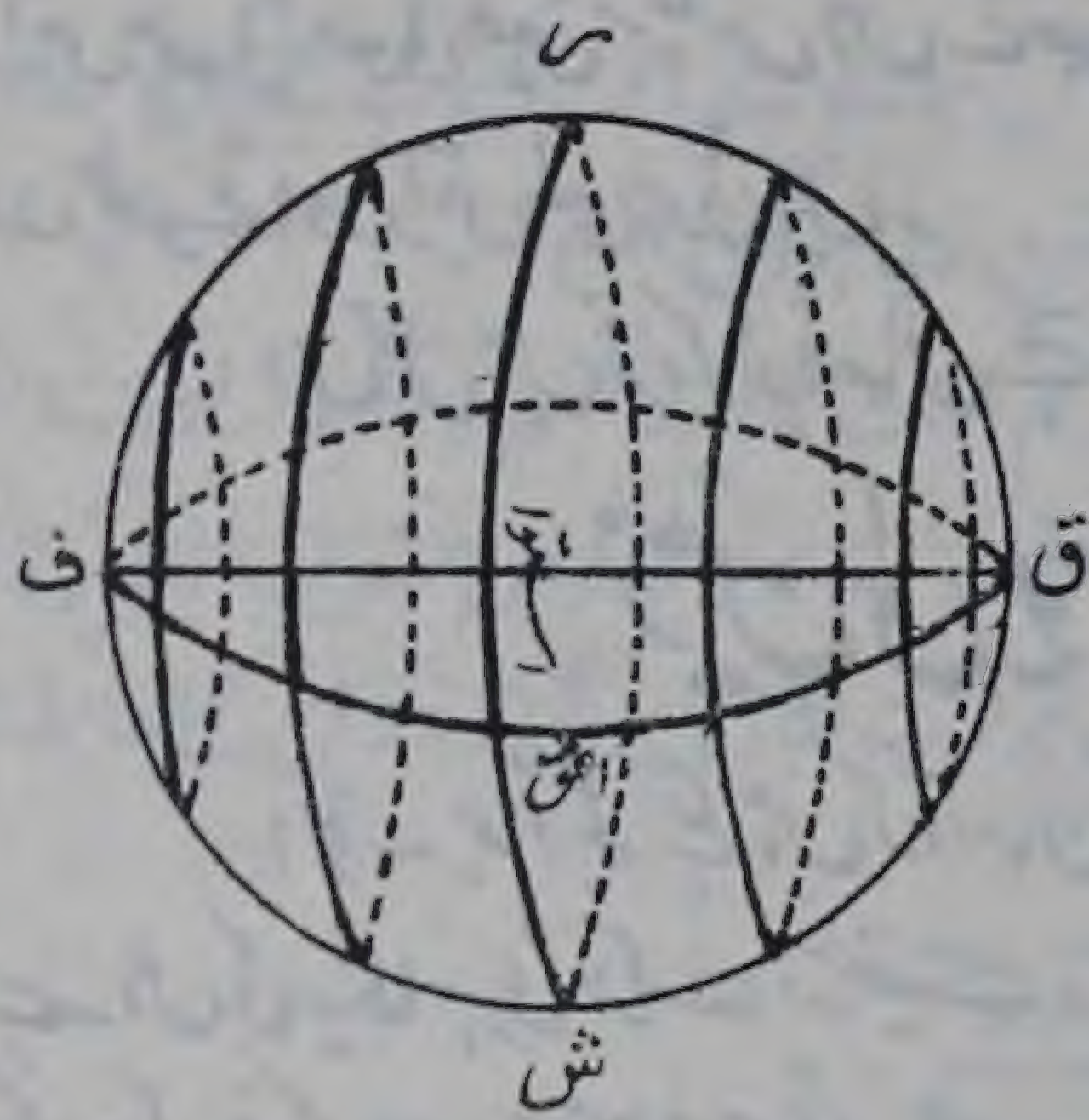
استوائی سماوی کے مستوازی ہوتے ہیں اس لیے یہ سب راستے افق سے علی القوام ملینگے اور اس پر

دو مساوی حصوں میں تقسیم ہو جائینگے پس

ستارے جتنا وقت افق سے اوپر رہینگے اتنا

ہی وقت افق سے نیچے رہینگے۔ لہذا کوئی

ستارہ ابدی الظہور نہیں ہوگا بلکہ ہر ایک ستارہ تقریباً بارہ گھنٹے افق سے اوپر دکھائی دے گا۔ نیز ظاہر ہے کہ خط استوا پر تمام سال میں دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں۔



شکل ۷۔ قائم کرہ مشاہدہ کنندہ استوا پر ہے۔

چونکہ افق ستاروں کے یومیہ راستوں کی زاویہ قائمہ پر تنصیف کرتا ہے اس لیے اس کرہ کو قائم کرہ کہتے ہیں۔

اسی طرح سے جنوبی نصف کرہ میں جوں جوں جنوبی عرض بلد بڑھتا جاتا ہے جنوبی قطب سماوی کا ارتفاع بھی زیادہ ہوتا جاتا ہے۔

مشاہدہ کنندہ حیدر آباد کے عرض بلد کے قریب

چونکہ حیدر آباد کا عرض بلد تقریباً 14° درجہ شمال ہے اس لیے قطب سماوی کا ارتفاع $Q = 90^{\circ} - 14^{\circ}$ (دیکھو شکل ۲۱)۔

ستاروں کے ظاہری یومیہ راستے افق سے مائل طور پر ملتے ہیں۔ بعض ستارے ابدی الظہور ہیں اور بعض طلوع و غروب ہوتے ہیں۔ نیز بعض ستارے جن کے میل جنوبی ہیں اپنی یومیہ گردش کے دوران میں تھوڑا عرصہ نظر آتے ہیں۔ موسم گرما میں سورج کا ظاہری یومیہ راستہ استوا سے شمال کی طرف دائرہ 23° ج ب سے تعبیر ہوتا ہے۔ اس راستہ کا نصف سے زیادہ حصہ افق سے اوپر کی طرف ہے لہذا موسم گرما میں دن لمبے اور راتیں چھوٹی ہوتی ہیں، برعکس اس کے سرما میں جب کہ سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے دن چھوٹے اور راتیں لمبی ہوتی ہیں۔

اس محل میں کرہ کو کوا مائل کہتے ہیں۔

زمین کی یومیہ گردش

۲۱۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ آسمان مشرق سے مغرب کی طرف حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے۔ اس کی یہ ظاہری حرکت درحقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرنے کی وجہ سے معلوم ہوتی ہے۔ یہ بات ذیل کے امور پر غور کرنے سے واضح ہو جاتی ہے

(۱) سہولت اور آسانی کے لحاظ سے۔

(۲) مطابقت کی رو سے۔

(۳) مرکز جوتوت کی رو سے۔

(۴) ایک بلند مینار کی چوٹی پر سے کوئی جسم گرانے کے تجربہ سے۔

(۵) فوکو (Foucault) کے رقا ص کے تجربہ کی رو سے۔

پہلے تین امور ان دلائل پر مشتمل ہیں جن سے زمین کا گردش کرنا نہایت اغلب معلوم ہوتا ہے لیکن (۳) اور (۴) اس کی گردش کے تجربی ثبوت ہیں۔

آسانی کی رو سے۔ کوپرنیکس کے وقت میں زمین کی گردش کے متعلق صرف یہی

ایک دلیل تھی کہ اس کا گردش کرنا زیادہ آسان اور بناءً علیہ زیادہ اغلب ہے بہ نسبت اس امر

کے کہ تمام ستارے اور اجرام فلک ایک دوسرے کے ساتھ اس قدر پیچیدہ طریقہ پر متعلق

ہوں کہ ان میں سے ہر ایک قطب سماوی کے گرد ایک ہی مدت میں اپنی حرکت کو مکمل کرے۔

مطابقت کی رو سے۔ بعد میں دوربینوں کی ایجاد (۱۶۰۹) سے ایک مزید دلیل

حاصل ہو گئی۔ دوربین کی مدد سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ بہت سے ستارے اور نیز سورج اور چاند

کروی اجسام ہیں جو اپنے محوروں کے گرد گھومتے ہیں، اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ

زمین بھی غالباً گھومتی ہے۔

مرکز جوت قوت کی رو سے۔ دیگر ستارے تو درکنار اگر یہ فرض کیا جائے کہ سورج

اور ستارے گردش کر کے ایک دن جیسے قلیل عرصہ میں اتنے بڑے نصف قطر والے دائرے

بناتے ہیں تو ان کو دوا ئر مذکور کی مماسی سمت میں نکل جانے سے باز رکھنے کے لیے ان پر ان

دائرہ کے مرکز کی طرف لا انتہا قوت لگانے کی ضرورت ہوگی۔

کیونکہ ہم علم حیل سے جانتے ہیں کہ اگر کمیت کا ایک جسم (قطر والے ایک دائرہ

کے گرد اس طرح حرکت کر رہا ہو کہ اس کے دور کا وقت ت ہو تو اس کو اس مستدیر راستہ پر قائم

رکھنے کے لیے دائرہ مذکور کے مرکز کی سمت میں جوت قوت لگانی پڑیگی وہ ذیل کے ضابطہ سے

محسوب ہوگی :-

$$ق = م \times \frac{\pi^2 r}{t^2}$$

لیکن صورت زیر بحث میں رہت بڑا ہے اور ت بہت چھوٹا ہے لہذا ق

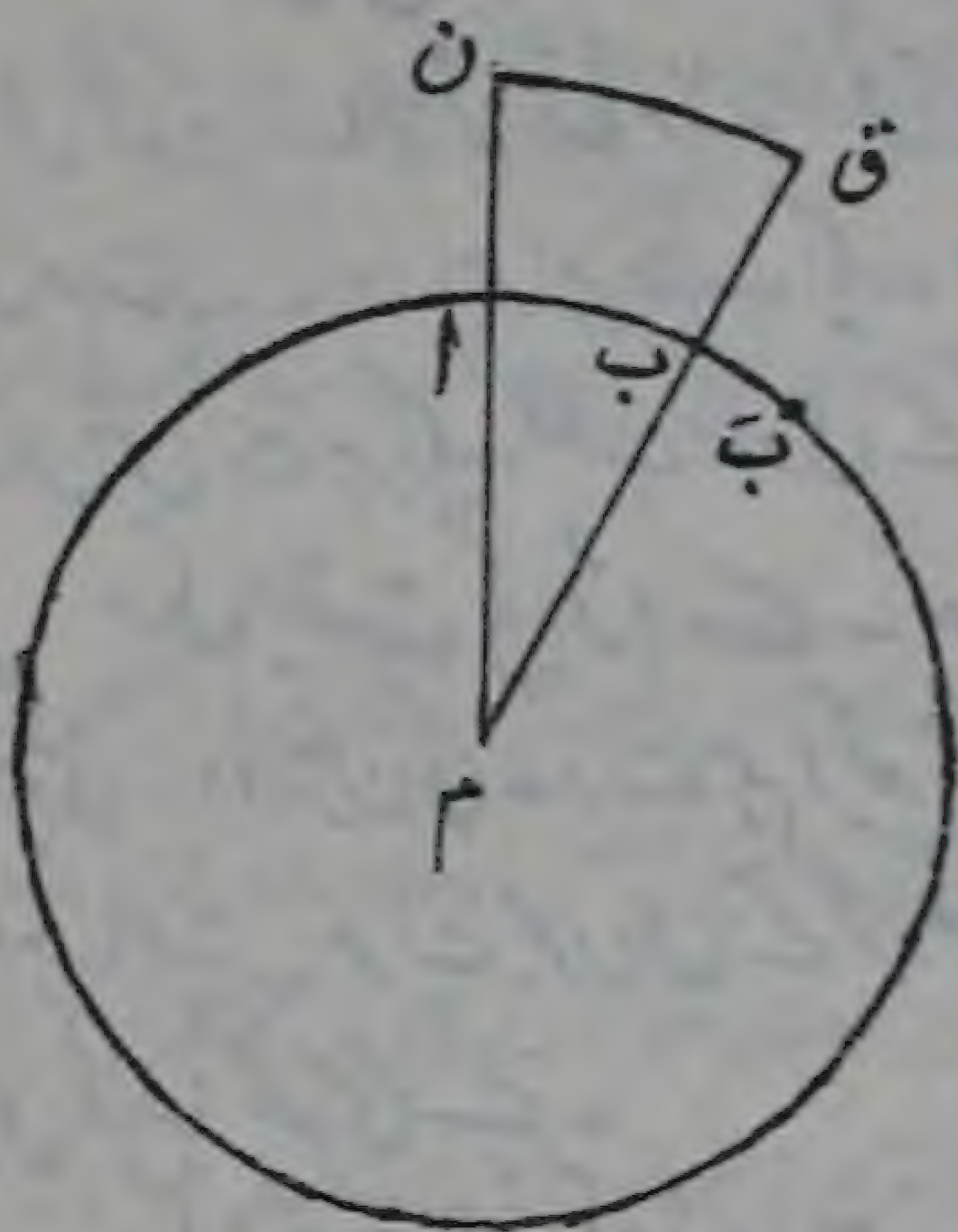
لا انتہا بڑا ہوگا۔ لیکن جہاں تک ہمیں معلوم ہے کوئی جسم اتنی بڑی کشش پیدا نہیں

کر سکتا پس سورج اور سیاروں اور نیز دیگر ستاروں کو حرکت کرتے ہوئے فرض کرنا ایک

نہایت بعید از قیاس مفروضہ معلوم ہوتا ہے۔

گرنے والے اجسام کے ذریعہ تجربی ثبوت

۲۲۔ نیوٹن پہلا شخص تھا جس نے یہ بتایا کہ اگر زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے تو ایک جسم کو جو زمین کی سطح پر بڑی بلندی سے گرایا جائے خط انتصابی سے مشرق کی طرف گرنا چاہیے۔



شکل ۹

فرض کرو کہ جسم مذکور مقام ن سے جو ایک مینار کا بالاترین نقطہ ہے نیچے گرایا گیا ہے۔ ن ا م ایک انتصابی خط ہے جو ن سے کھینچا گیا ہے اور زمین کے مرکز م میں سے گزرتا ہے۔ اب اگر ن ق اُس قوس کو تعبیر کرے جو جسم کے گرنے کے دوران میں مینار کی چوٹی ترسم کرتی ہے تو اب اس قوس کو تعبیر کریگا جو اسی

دوران میں مینار کا پائین ترسم کرتا ہے۔ نیز چونکہ اب طول میں ن ق سے کم ہے اس لیے ظاہر ہے کہ چوٹی کی رفتار پائین کی رفتار سے زیادہ ہے۔ اب جسم کی رفتار مشرق کی طرف عین گرنے کے وقت وہی تھی جو مینار کی چوٹی کی تھی اور چونکہ یہ رفتار جو مینار کے پائین کی رفتار سے زیادہ ہے ہوا میں گرنے کے دوران میں بھی جسم کے اندر ویسے ہی موجود رہتی ہے اس لیے یہ اس امر کا باعث ہوگی کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرے۔ پس اگر ہم اب کو ن ق کے مساوی قطع کریں تو ب مینار مذکور کے پائین کے مقام کو تعبیر کریگا اور ب وہ نقطہ ہوگا جہاں جسم زمین پر گرے گا۔

اگر ہم کسی بلند مینار سے ایک جسم کو گرائیں اور ہمیں تجربی طریق پر یہ معلوم ہو کہ جسم قدرے مشرق کی طرف گرا ہے تو اس مشاہدہ کی تشریح اور توجیہ ہم صرف اسی مفروضہ کی بنا پر کر سکتے ہیں کہ زمین مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے۔

بایں ہمہ تجربہ کو اس طرح ترتیب دینا جس سے قطعی نتیجہ حاصل ہو سکے بہت مشکل ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ ہر حالت میں مینار کی بلندی زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں بہت چھوٹی

ہوگی اور لازماً یہ مشرقی ہٹاؤ نہایت قلیل ہوگا۔ بولوں اور ہامبورگ میں یہ تجربہ کیا گیا تو معلوم ہوا کہ ۲۵۰ فٹ کی بلندی پر سے گرنے میں ہٹاؤ $\frac{1}{16}$ انچ سے زیادہ نہیں تھا۔

رقاص کے تجربے

زمین کے حرکت کرنے کا تجربی ثبوت جس کو دلیل قاطع کے طور پر تصور کرنا چاہیے پہلے ۱۸۵۱ء میں پیرس میں فوکونے پیش کیا اور بعد ازاں بہت سے دیگر ماہرین نے اس پر مہر تصدیق ثبت کی۔

اس مسئلہ کی مالہ و ماعلیہ پر بحث کرنے سے پہلے ہم فرض کر لینگے کہ زمین فی الحقیقت



شکل ۱۔

مغرب سے مشرق کی طرف حرکت کرتی ہے اور پھر دیکھینگے کہ اس حرکت کا اس رقص پر جو قطب شمالی پر جھول رہا ہو کیا اثر ہونا چاہیے۔ از روئے علم حیل ہم جانتے ہیں کہ اگر رقص قوت جاذبہ کے زیر عمل جھولے تو اس کے ارتزاز کی سطح مستوی کا مقام فضا میں وہی رہیگا کیونکہ رقص کو اس سطح سے الگ کرنے کے لیے اس پر کوئی قوت عمل نہیں کر رہی ہے۔

پس اگر یہ ممکن ہو کہ ہم قطب شمالی پر ایک رقص کو جھلا سکیں تو مشاہدہ کنندہ اور نیز وہ سطح مستوی جس میں وہ کھڑا ہے زمین کی حرکت کی وجہ سے رقص کے ارتزاز کی سطح مستوی کے گرد حرکت کرے گی اور ۳۶۰ کا پورا دور ۳۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ میں مکمل کر لے گی۔ لیکن چونکہ مشاہدہ کنندہ اپنی حرکت اور نیز اسی سطح مستوی کی حرکت سے قطعاً بے خبر ہے اس لیے اس کو ایسا معلوم ہوگا کہ رقص کی سطح مستوی مخالف سمت میں حرکت کر رہی ہے اور پورا دور ۳۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۴۸ سکنڈ میں مکمل کر لیتی ہے (دیکھو شکل ۱۔)۔

برعکس اس کے اگر رقص کو خط استوا پر جھلایا جائے تو ارتزاز کی سطح مستوی مع مشاہدہ کنندہ اور زمین کی سطح پر کے اشیائے گرد و پیش سب کے سب ایک ہی مشترک حرکت سے بہرہ یاب ہو کر گردش کریں گے (دیکھو شکل ۲۔)۔

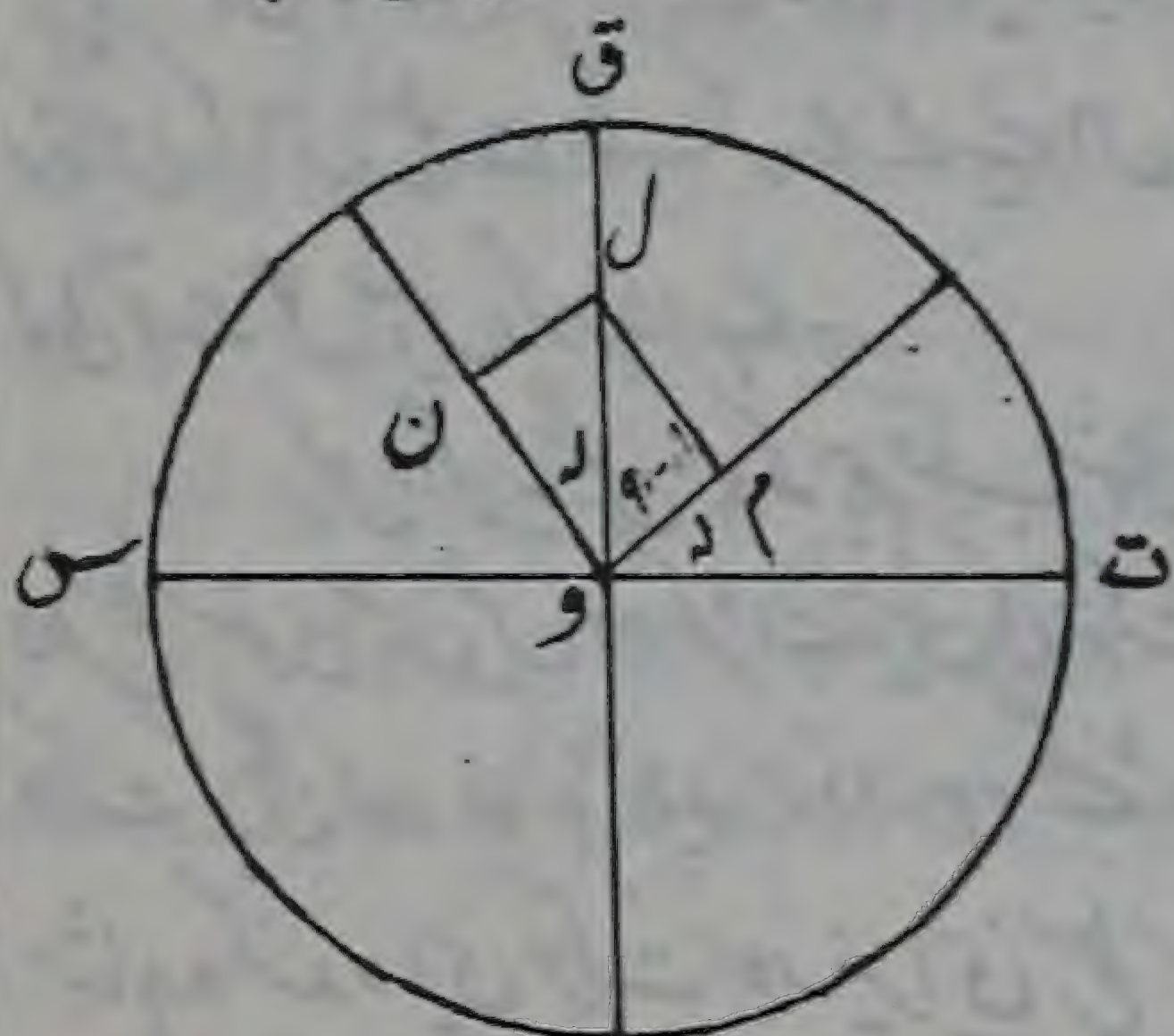


شکل ۱۱

خط استوا اور قطب کے درمیان کسی مقام پر رقاص کے قریب کی زمین کے وہ حصے جو خط استوا کے قریب تر ہیں مشرق کی طرف زیادہ رفتار سے گردش کریں گے بہ نسبت ان حصوں کے جو قطب کے زیادہ نزدیک ہیں۔

پس مشاہدہ کنندہ کی سطح مستوی درحقیقت رقاص کے نیچے گردش کرتی ہے یا بالفاظ دیگر رقاص کے اهتزاز کی سطح مستوی بلحاظ مشاہدہ کنندہ

اور ارد گرد کی اشیاء کے مقابل سمت میں گردش کرتی معلوم ہوتی ہے۔ جوں جوں ہم استوا کے نزدیک آتے جاتے ہیں رقاص کی ظاہری گردش کا وقت بتدریج بڑھتا جاتا ہے اور بالآخر جیسا کہ ہم دیکھ چکے ہیں، عین استوا پر اهتزاز کی سطح مستوی میں کوئی تبدیلی واقع ہوتی معلوم نہیں ہوتی۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ زمین گردش کرتی ہے تو یہ ثابت کرنا آسان ہے کہ ایک ایسے مقام پر جس کا شمالی یا جنوبی عرض بلد نہ ہو رقاص کی ظاہری گردش کا وقت ترقم نہ ہوگا جہاں ت زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے کے وقت کو تعبیر کرتا ہے۔



شکل ۱۲

فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کی سمت وم ہے۔ ق زمین کا شمالی یا جنوبی قطب ہے، س د خط استوا ہے اور ل مشاہدہ کنندہ کا عرض بلد ہے۔

اب زمین وق کے گرد ۳۶۰ میں وقت کی اکائیوں میں گھومتی ہے، پس وقت کی ایک اکائی میں یہ $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ میں گھومتی

ہے، اب $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ اکائی وقت کی یہ زاویہ رفتار دو علی القوائم سمتوں میں دو اجزائے یکساں میں تحلیل ہو سکتی ہے کیونکہ ہمیں از روئے علم حرکت معلوم ہے کہ گردش محوری کو بعینہ قوتوں کی مانند تحلیل کیا جاسکتا ہے۔ پس اگر ہم وق کے گرد $\frac{۳۶۰}{۲۴}$ کی زاویہ رفتار کو وق پر کے ایک طول ول سے تعبیر کریں تو ہمیں معلوم ہوگا کہ یہ گردش ان دو گردشوں سے تعبیر ہوتی

ہے ایک اُس گردش سے جو مشاہدہ کنندہ کے مقام میں سے گزرنے والے قطر کے گرد فرض کی جائے اور جو ووم سے تعبیر ہوتی ہے اور دوسری وہ جو اس سمت کے علی القوائم قطر کے گرد فرض کی جائے اور جو وون سے تعبیر ہوتی ہے۔ لیکن

$$\text{وم} = \text{ول جم} (۹۰ - ل) = \text{ول جب لہ}$$

پس ا پر کے مشاہدہ کنندہ کو اہترازی رقاص کی سطح مستوی فی اکائی وقت $\frac{۳۶۰}{۲۳}$ جب لہ زاویہ میں سے گھومتی معلوم ہوگی، لہذا تکمیل دور کا وقت

$$= \frac{۳۶۰}{\frac{۳۶۰}{۲۳}} = \frac{۳۶۰}{\text{ول جب لہ}} = \text{ت قملہ}$$

$$= (۲۳ \text{ گھنٹے } ۵۶ \text{ منٹ } ۴۴ \text{ سکنڈ}) \times \text{قملہ}$$

فوکو کا تجربہ

۲۴۔ فوکو نے ایک بھاری لوہے کا گولا لیا اور اس کو ایک ۲۰۰ فٹ لمبے تار کے ذریعے پین تھیں (پیرس کے ایک گرجے) کی چھت سے لٹکا دیا۔ پھر اس کے نیچے ریت کی ایک گول موڈ پر اس طرح بنادی کہ گولے کے اہتراز سے ایک سوئی جو گولے کے سیندرے کے ساتھ لگی ہوئی تھی ریت میں نشان بنا سکے۔ پھر ایک رسی کے ذریعہ گولے کو ایک طرف کھینچ لیا گیا اور جب گولا ساکن ہو گیا تو رسی جلا ڈالی گئی تاکہ گولا عین ایک سطح مستوی میں حرکت کر سکے۔

ایسا کرنے سے معلوم ہوا کہ گولے کے اہتراز سے ریت میں جو نشان بنتے تھے وہ ایک دوسرے پر عین منطبق نہیں ہوتے تھے بلکہ رقاص کی سطح مستوی سمت ساعت کے موافق بتدریج گھومتی ہوئی معلوم ہوتی تھی دراصل امر واقع یہ تھا کہ تمام کا تمام گرجا مع ریت اور مشاہدہ کنندہ کے مخالف سمت میں گھوم رہا تھا۔

اس بڑے طول (۲۰۰ فٹ) کا تار اس لیے استعمال کیا گیا ہے کہ رقاص بہت آہستہ سے حرکت کرے اور ہوا سے بہت کم مزاحمت پیدا ہو سکے۔ جس سے اس کی حرکت دیر تک قائم رہ سکے۔ لمبے تار سے مدت اہتراز کے بڑھ جانے کی وجہ یہ ہے کہ کسی رقاص کی

مدتِ اهتزازِ رقاص کے طول کے جذر کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنی

$$ت = \frac{۳۲}{۲} \sqrt{\frac{ل}{ج}}$$

پس رقاص کا طول جس قدر زیادہ رکھا جائے اتنی ہی ایک اهتزاز کی مدت زیادہ ہوگی۔
اگر پیرس میں ایک رقاص کے اهتزاز کو اتنی دیر تک قائم رکھنا ممکن ہو جب تک کہ
اس کی سطح مستوی ایک گردش پوری کر لے تو معلوم ہوگا کہ تکمیلِ دور کے لیے ۳۲ گھنٹے کا وقفہ
درکار ہوتا ہے۔

ہم اس تجربی مشاہدہ کی توجیہ کسی اور بنا پر نہیں کر سکتے سوائے اس کے کہ زمین ایک
محور کے گرد گردش کرتی ہے اور چونکہ خطِ استوا پر کوئی تبدیلی رونما نہیں ہے اس لیے ہم
کہہ سکتے ہیں کہ یہ محور خطِ استوا پر عمود وار ہے۔

بہت سے اور بھی مناظر ہیں جو صرف زمین کی گردش کی بنا پر قابلِ توجیہ ہیں،
مثلاً تجارتی ہوائیں اور سمندر کی بعض مختلف روئیں، اسی طرح سے گرد باد جو جنوبی نصف کرہ
میں سمتِ ساعت کے موافق اور شمالی نصف کرہ میں سمتِ ساعت کے مخالف گھومتے ہیں۔

مشقیں

۱۔ وہ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں ۲۴ گھنٹے کا دن یا ۲۴ گھنٹے کی رات
ہو سکے۔ جواب ۹۶° ۳۲' شمال یا جنوب

۲۔ ۹۶° ۳۲' شمال و جنوب پر سطح زمین پر کے دائروں کے کیا نام ہیں۔
جواب: دائرہ بارہ شمالی و جنوبی۔

۳۔ وہ بڑے سے بڑا عرض بلد شمالی یا جنوبی کیا ہے جہاں دوپہر کے وقت
سورج عین سر کے اوپر ہو سکتا ہے۔ جواب ۲۳° ۲۸'

۴۔ اُس مقام کا عرض بلد کیا ہے جس کے لیے استوائی سماوی اور افق منطبق
ہوں۔ جواب ۹۰° قطبوں پر

۵۔ اُس مقام کا عرض بلد دریافت کرو جہاں طریق الشمس افق پر منطبق ہو۔
جواب ۹۶° ۳۲'

۶۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ شہر ڈبلن میں کبھی بھی سورج عین سر کے اوپر دکھائی نہیں دیتا۔
 ۷۔ اگر ۳۰° کے عرض بلد پر ایک رقص کو جھلایا جائے تو بتاؤ کہ کتنے عرصہ میں رقص پوری گردش کی تکمیل کر لے گا۔

$$\text{یہاں ت} = (۲۳ \text{ گھنٹے } ۵۶ \text{ منٹ}) \times ۳۰^\circ$$

$$= (۲۳ \text{ گھنٹے } ۵۶ \text{ منٹ}) \times ۲$$

$$= (۲۷ \text{ گھنٹے } ۵۲ \text{ منٹ})$$

۸۔ بتاؤ کہ سطح زمین کے کس مقام پر کوئی جسم بلندی سے گرایا جائے اور مشرق کی طرف ہٹ کر نہ گرے۔
 جواب۔ قطبوں پر

۹۔ اگر ایک شخص مشرق کی طرف روانہ ہو کر کرہ زمین کے گرد سفر کرے تو اختتام سفر پر اُسے معلوم ہوگا کہ اُس کا ایک دن بچ گیا ہے اور برعکس اس کے اگر وہ مغرب کی طرف سفر کرے تو ایک دن کم پڑ گیا ہے، اس امر کی توجیہ کرو۔

۱۰۔ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ کرہ زمین کا نصف قطر ۳۰۰۰ میل ہے تو بتاؤ کہ ایک شخص شمال کی طرف کتنے میل سفر کرے کہ قطبِ سماوی کا ارتفاع ۱۰° ہو جائے۔

$$\text{یہاں } ۱^\circ = \frac{۲ \times ۱۵۹ \times ۳۶۱ \times ۳۰۰۰}{۳۶۰}$$

$$= ۱۰^\circ = \frac{۲ \times ۱۵۹ \times ۳۶۱ \times ۳۰۰۰ \times ۱۰}{۳۶۰} = ۶۹۸۶۱۳ \text{ میل}$$

تیسرا باب

رصد گاہ

ہستی گھڑی

۲۵۔ باب اول میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ستارے قطب سماوی کے گرد یکساں رفتار سے اپنی ظاہری گردش کو جس مدت میں پورا کر لیتے ہیں وہ سورج کی ظاہری یومیہ گردش کی مدت سے تقریباً ۴ منٹ کم ہے۔ موخر الذکر عرصہ (یا جسے زیادہ صحت کے ساتھ دوران سال میں اس عرصہ کی اوسط قیمت کہنا چاہیے) معمولی یوم تصور ہوتا ہے اور ۲ اوسط یوم شمسی سے موسوم ہے۔ پھر اس کو ۲۴ اوسط شمسی گھنٹوں میں تقسیم کرتے ہیں۔

اسی طرح سے وہ مدت جو ثابت ستاروں کو قطب کے گرد اپنی گردش کے مکمل کرنے میں صرف ہوتی ہے کو کبی یوم کہلاتی ہے۔ اور یوم شمسی کی طرح ۲۴ کو کبی گھنٹوں میں منقسم ہوتی ہے جن کا شمار اسے ۲۴ تک کیا جاتا ہے۔ پس

۲۴ کو کبی گھنٹے = اوسط شمسی وقت کے ۲۴ گھنٹے ۵۶ منٹ۔

ہستی گھڑی کی رفتار ایسی ہوتی ہے کہ اس سے کو کبی وقت ظاہر ہوتا ہے اور چونکہ کو کبی دن اُس وقت شروع ہوتا ہے جب کہ اس الحمل نصف النہار پر ہو اس لیے اس وقت گھڑی گھنٹے منٹ سکند پر ہونی چاہیے۔ اب یہ گھڑی ۲۴ تک کو کبی گھنٹے ظاہر کریگی اور اس وقفہ کے بعد دوسرا مرور واقع ہوگا۔

تعریف۔ پس کسی آن میں کو کبی وقت سے وہ وقفہ تعبیر ہوتا ہے جو اس الحمل کے گذشتہ مرور سے لے کر آن مذکور تک گزرا ہو جب کہ اس وقفہ کو کو کبی گھنٹوں، منٹوں، وغیرہ

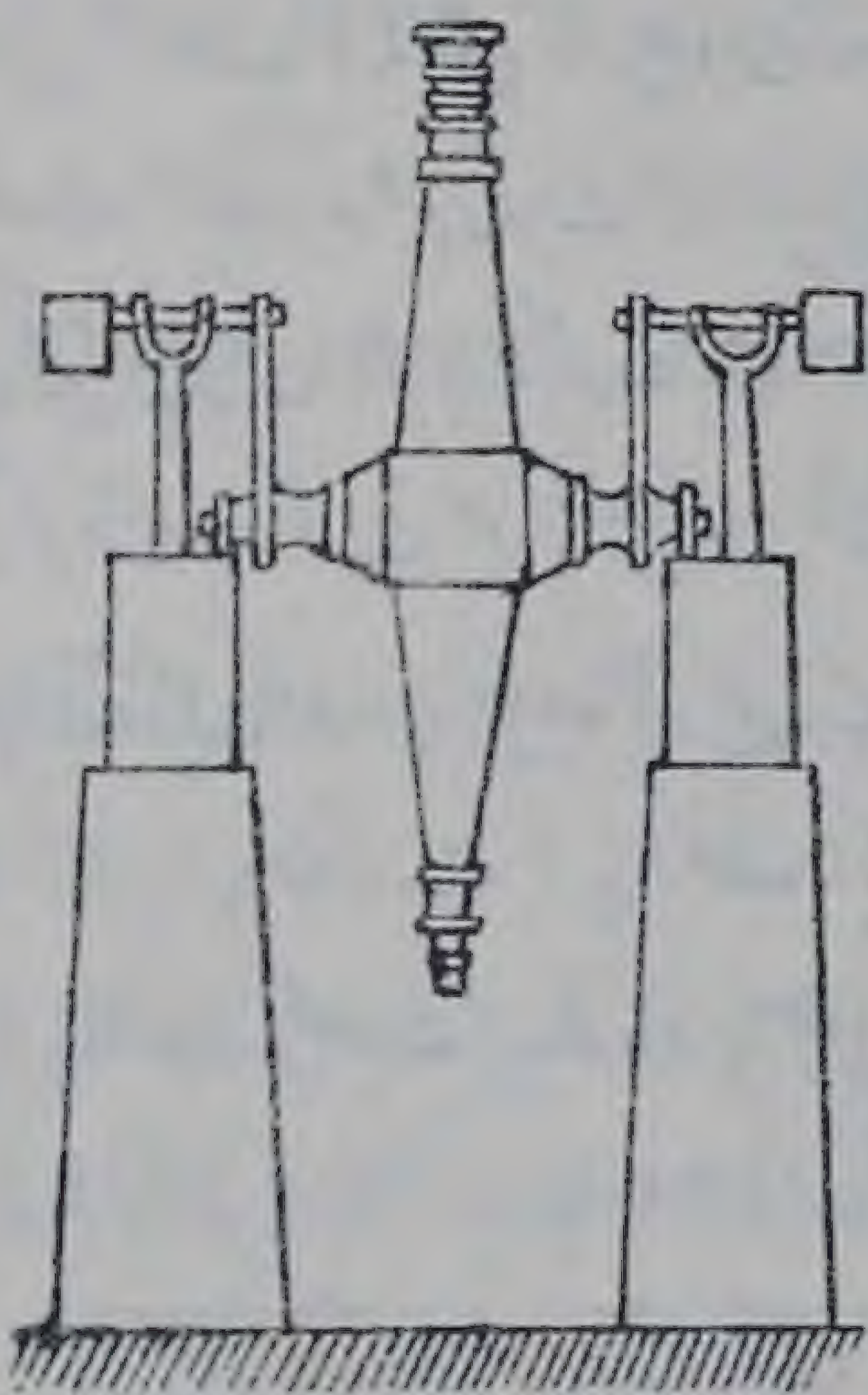
میں بیان کیا جائے۔

چونکہ اجرامِ فلکی کے صعودِ مستقیم اس المحل سے استوا پر مشرق کی طرف ناپے جاتے ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ وہ ستارے جن کا صعودِ مستقیم کم ہے ان ستاروں کی نسبت جن کا صعودِ مستقیم زیادہ ہے جلد نصف النہار پر آجائیں گے۔ دراصل صعودِ مستقیم کے ۳۶۰° ۲۴' کو کبی گھنٹوں کے متناظر ہوتے ہیں ایک کو کبی گھنٹہ ۱۵ کو تعبیر کرتا ہے۔ لہذا صعودِ مستقیم کو درجوں میں ظاہر کرنے کی بجائے وقت میں بھی ظاہر کر سکتے ہیں اور موخر الذکر پیمانہ پہلے پیمانہ کو ۱۵ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ پس ہم کسی جرمِ فلکی کے صعودِ مستقیم کی تعریف یوں بھی کر سکتے ہیں کہ یہ جرمِ مذکور کے نصف النہار سے گزرنے تک کے کو کبی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔

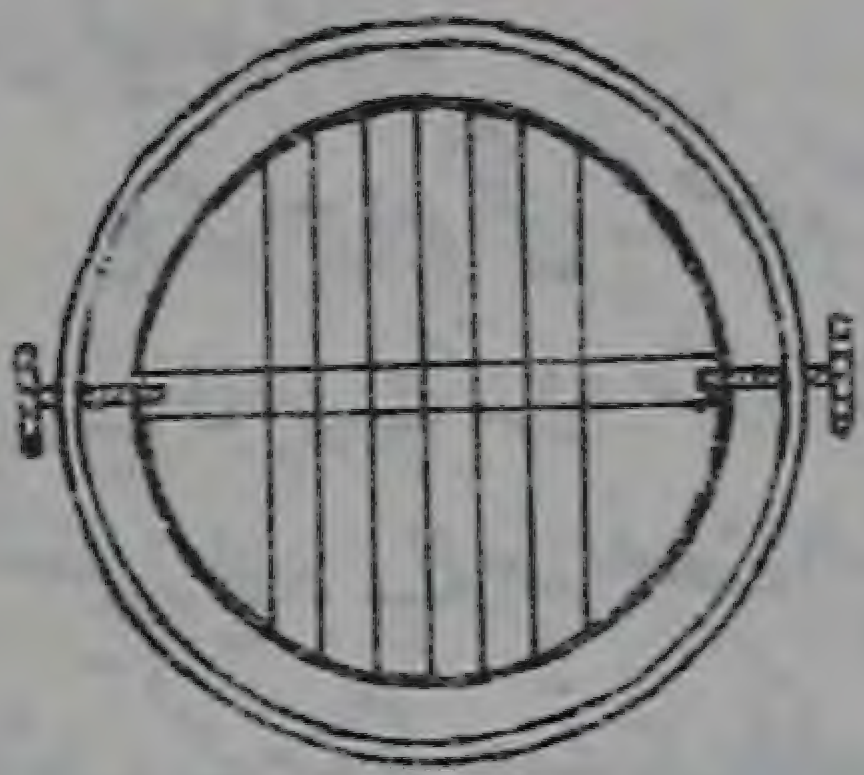
کسی آن میں اس المحل (دیکھو دفعہ ۱۴) کا ساعتی زاویہ جسے ۱۵ پر تقسیم کرنے سے وقت میں تحویل کر سکتے ہیں صریحاً آنِ مذکور میں کو کبی وقت کو تعبیر کرتا ہے۔

آلہ مرور

۲۶۔ یہ آلہ کسی جرمِ فلک کے نصف النہار سے گزرنے کی ٹھیک آن معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ اس میں ایک دُور بین ہوتی ہے جو افقی محور کے ساتھ استوار طور پر پیوستہ ہوتی ہے۔ اس افقی محور کے سروں پر اسطوانہ کی شکل کی مساوی قطر کی دو چولیں لگی ہوتی ہیں جو پتھر کے دو مستحکم پشتوں میں جرے ہوئے دو خانوں کے اندر حرکت کرتی ہیں۔ اس غرض کے لیے کہ خانوں پر چولوں کے دباؤ کو کم کر کے چولوں اور خانوں کو گھسنے سے محفوظ رکھا جائے دُور بین کے وزن کا بڑا حصہ دو بیرموں کی مدد سے سہارا ہوا ہوتا ہے جن میں سے ہر ایک کے ایک سرے پر وزن بندھا ہوتا ہے اور دوسرا سرا متذکرہ بالا چولوں کے ساتھ پیوستہ ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۳)۔



شکل ۱۳



شکل ۱۴

دور بین کے دہانہ کے صدر ماسکہ کی
سطح مستوی میں پانچ یا سات یا اس سے زیادہ
نہایت باریک انتصابی تاروں (نکلیں) کا جو کہ ایک
دوسرے سے مساوی فاصلہ پر لگے ہوتے
ہیں ایک جال سا بنا ہوتا ہے۔ ان تاروں پر
عمود وار دو اور نہایت باریک افقی تار ہوتے
ہیں اور میدانِ منظر کے اندر کسی ستارے یا دوسرے جرمِ فلکی کا راستہ ان تاروں کے
بین بیچوں بیچ ان کے متوازی ہوتا ہے۔

چونکہ دہانہ کا صدر ماسکہ اسی سطح مستوی میں ہے جس میں تار تے ہوئے ہیں اس لیے
تار اور وہ ستارہ جس کا ہم مشاہدہ کر رہے ہیں دونوں بہ آن واحد دکھائی دے سکتے ہیں۔
آلہ کو ٹھیک وضع میں ترتیب دینے کے لیے تاروں کے اس جال کو بیچوں کے ذریعہ مختلف سمتوں
میں حرکت دے سکتے ہیں۔ جب آلہ مذکور رات کے وقت استعمال کیا جاتا ہے تو تاروں کو روشن
کرنا ضروری ہوتا ہے ایسا کرنے کے لیے ایک اُسٹوانی چول کے مقابل ایک لیمپ رکھ دیا جاتا
ہے جس کی روشنی آئینوں کے ذریعے نیلی میں سے گزر کر تاروں پر منعکس ہوتی ہے۔

مشاہدہ کنندہ کا مقصد یہ ہوتا ہے کہ دور بین کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ
انتصابی تاروں کا وسطی تار جہاں تک ممکن ہو نصف النہار پر منطبق ہو۔ پس کسی ستارے
کے نصف النہار کو عبور کرنے کا وقت ستارہ مذکور کے اس تار پر سے گزرنے کے وقت کو
ہیئت گھڑی میں مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے لیکن چونکہ ایک تار کے عبور کرنے کے
وقت کو مشاہدہ کرنے میں غلطی کا احتمال ہمیشہ باقی رہتا ہے اس لیے عموماً سات تار استعمال
کیے جاتے ہیں اور ہر ایک تار پر سے عبور کرنے کے وقت کو مشاہدہ کر کے سب اوقات کا
اوسط نکال لیا جاتا ہے، یہ وقت ایک مشاہدہ کے وقت سے زیادہ صحیح ہوگا کیونکہ مشاہدہ کنندہ
کے بعض اوقات عجلت کرنے اور بعض اوقات تاخیر کرنے سے جن مثبت اور منفی اغلاط کے
وقوع کا احتمال ہو سکتا ہے وہ اس عمل سے دور ہو جاتی ہیں۔

اس باب کے بعض حصوں میں اختصار کی غرض سے دو افقی تاروں کی بجائے صرف ایک افقی تار کا ذکر کیا
گیا ہے، اس تار کو مذکورہ بالا تاروں کے درمیان لگا ہوا فرض کرنا چاہیے۔

خطِ توازی گری۔ جب دُوربین کے دہانہ کے صدر ماسک پر کسی شے کا خیال بنتا ہے تو دُوربین کے اندر یہ خیال جس سمت میں نظر آتا ہے وہ سمت وہی ہوتی ہے جس میں کہ یہ شے برہنہ آنکھ سے درحقیقت دکھائی دیتی ہے۔ یہ خط جس میں کہ دُوربین سے شے مذکور نظر آتی ہے خطِ توازی گری کہلاتا ہے۔ علی طور پر اس کی تعریف یوں بھی کی جاسکتی ہے کہ کسی دُوربین کے خطِ توازی گری سے وہ خط مراد ہے جو دہانہ کے مناظری مرکز کو بیچ کے انتصابی تار کے اس وسطی نقطہ سے وصل کرتا ہے جو افقی تاروں کے عین درمیان واقع ہے۔

توازی گری، افقیت یا لیول کی اور انحرافی خطائیں اور ان کے لحاظ سے آلہ کی ترتیب

۳۷۔ ہر آلہ مَرور کی ٹھیک ترتیب کے لیے ذیل کے تین شرائط کی تکمیل ضروری ہے:-

(۱) خطِ توازی گری دُوربین کے محور گردش پر عمود وار ہونا چاہیے۔

(۲) محور گردش افق کے متوازی ہونا چاہیے۔

(۳) افقی محور کی سمت شرقاً غرباً ہونی چاہیے اور بناءً علیہ خطِ توازی گری کی سمت شمالاً جنوباً ہونی چاہیے۔

پس شرائط بالا کے متناظر ہر آلہ میں تین طرح کی خطائیں ہوتی ہیں:-

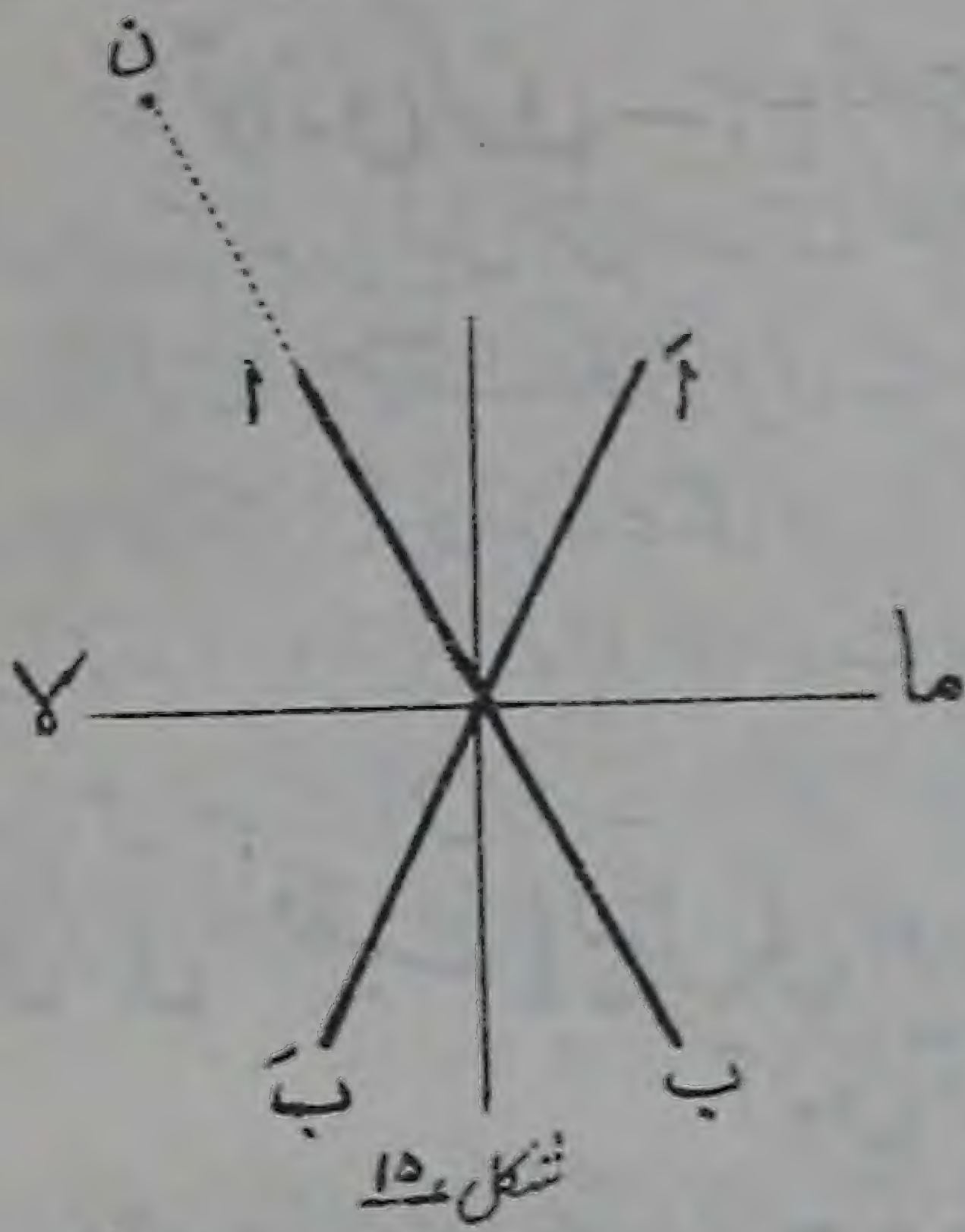
(۱) خطائے توازی گری (۲) لیول کی خطا (۳) انحرافی خطا اور ان کو رفع کرنے کے لیے ہمیں ان کی مناسبت سے آلہ کو تین طرح سے ٹھیک کرنا پڑتا ہے۔

خطائے توازی گری

خطِ توازی گری اور دُوربین کے محور کا درمیانی زاویہ، زاویہ قائمہ سے جس قدر کم ہو اس کو خطائے توازی گری کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ لا ما دُوربین کی گردش کے محور کو تعبیر کرتا ہے اور اب خطِ توازی گری ہے جو لا ما پر عمود وار نہیں ہے۔

نیز فرض کرو کہ دُوربین کسی دُور کی شے یا زمین پر کے کسی نشان کے مقابل لگائی گئی ہے اور ن شے مذکور کا وہ نقطہ ہے جو انتصابی تار کے وسط پر منطبق ہوتا ہے۔ اب دُوربین کو مع گردش کے محور کے اس طرح الٹ دو کہ دائیں طرف کی چول بائیں طرف کے خانہ میں بیٹھ جائے اور بائیں طرف کی دائیں خانہ میں۔ اگر نقطہ ن اب بھی بیچ کے



انتصابی تار کے وسط پر منطبق ہو تو سمجھ لینا چاہیے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے ورنہ دُور بین اُلٹ دینے کے بعد دوسرے مقام اَب پر آجائیگی اور عمودی سمت کے ساتھ دوسری جانب اتنا ہی زاویہ بنائیگی۔ اس صورت میں خطائے توازی گری اَب اور اَب کے درمیانی زاویہ کے نصف سے تعبیر ہوگی۔

اس غلطی کی تصحیح کے لیے پیچوں کے ذریعہ انتصابی تاروں کو اس طرح حرکت دینا چاہیے کہ وسطی تار دُور بین کو اُلٹنے سے پہلے اور بعد میں ایک ہی نقطہ پر منطبق ہو۔ اس طرح سے آلہ کو ٹھیک کر لینے کے بعد ہم جانتے ہیں کہ خط توازی گری آسمان میں ایک دائرہ کبیر کو مرتسم کرتا ہے۔ باقی ماندہ دو خطاؤں کی تصحیح کا مطلب یہ ہوتا ہے کہ یہ دائرہ کبیر نصف النہار پر منطبق ہو۔

خطائے اُفقیّت

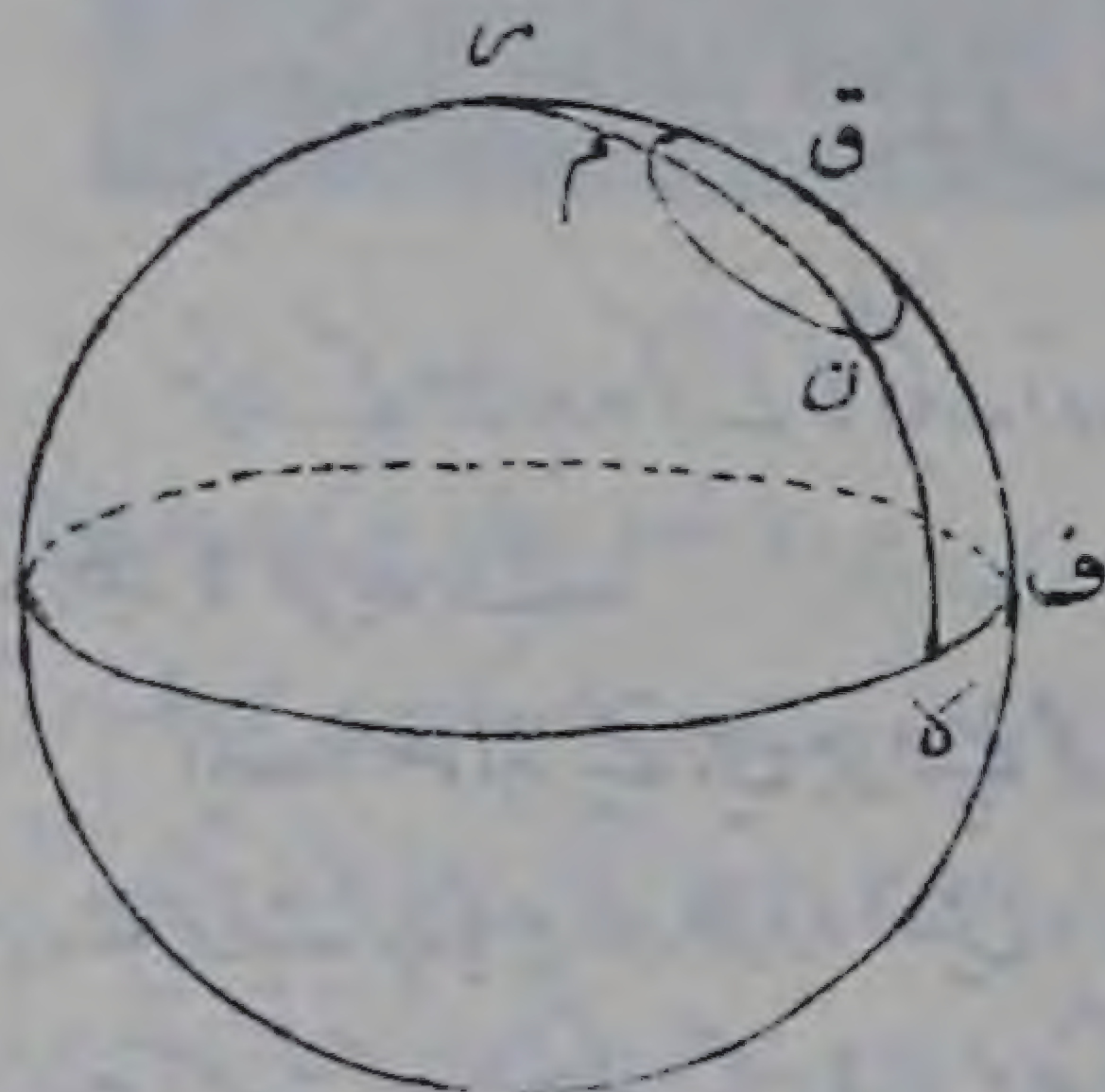
۳۸ - یہ خطا گردش کے محور کے متوازی الافق نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔ اس تصحیح کے لیے ایک اُفق نما سے کام لیا جاتا ہے، جو اتنا لمبا ہوتا ہے کہ محور کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک پہنچ سکے۔ اس آلہ کو آنکڑوں کے ذریعہ جو محور پر لگے ہوتے ہیں لٹکادیتے ہیں اور اس کے حباب کا مقام اس سے متصل ایک پیمانہ پر پڑھ لیتے ہیں پھر اُفق نما کی سمت کو بدل کر دیکھتے ہیں کہ حباب مذکور کے مقام میں کوئی تبدیلی تو نہیں ہوتی۔ اگر حباب اسی مقام پر رہے تو سمجھ لینا چاہیے کہ دُور بین کا محور متوازی الافق ہے ورنہ محور کے سروں کو پیچوں کے ذریعہ حسبِ ضرورت اونچا نیچا کر کے محور کو متوازی الافق بنا لینا چاہیے۔

اس تصحیح کے بعد ہم جان سکتے ہیں کہ خط توازی گری محض ایک کبیر دائرہ ہی نہیں بناتا بلکہ یہ کبیر دائرہ نقطہ راس میں سے گزرتا ہے یا بالفاظِ دیگر انتصابی ہے۔

انحرافی خطایا السمّت کی خطا

۲۹ - یہ خطا خطِ توازی گری کی سمت عین شمالاً جنوباً نہ ہونے سے پیدا ہوتی ہے،

اس لیے نیچے کا انتصابی تار نصف النہار پر منطبق نہیں ہوگا بلکہ کسی اور انتصابی خط مثلاً سماکلا پر منطبق ہوگا (دیکھو شکل ۱۶)۔ اس خطا کو معلوم کرنے کے لیے ہمیں اُن مدتوں کو مشاہدہ کرنا چاہیے جو کسی ابدی الظہور ستارہ (یا ترجیحاً قطبی ستارہ) کے اوپر کے مُرور سے نیچے کے مُرور تک اور پھر نیچے کے مُرور سے اوپر کے



شکل ۱۶

مُرور تک درکار ہوتی ہیں۔ یہ عرصے مساوی ہونے چاہئیں کیونکہ نصف النہار اس دائرہ کی جو یہ ستارہ قطب کے گرد بناتا ہے تنصیف کرتا ہے۔ اگر یہ عرصے برابر نہ ہوں تو خطِ توازی گری نصف النہار پر منطبق نہ ہوگا اور ستارہ مذکور م اور ن پر مُرور کرتا معلوم ہوگا (دیکھو شکل ۱۷)۔

اس خطا کی تصحیح کے لیے محور کے ایک سرے کو افق کے متوازی ایک بیج کے ذریعہ اس طرح حرکت دینا چاہیے کہ متذکرہ بالا وقفے باہم مساوی ہو جائیں۔

مشاہدہ مُرور نظر و سماعت کا طریقہ

۳۰ - چونکہ منظر کے میدان پر سے ستارہ کی ظاہری گردش دُور بین کے ذریعہ

بڑے پیمانہ پر دکھائی دیتی ہے اس لیے مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ ایک سکند کے شروع میں تو ستارہ مذکور انتصابی تار کے ایک طرف معلوم ہوتا ہے اور اس کے بعد اس کے ختم ہونے سے پہلے تار کے دوسری جانب دکھائی دیتا ہے۔ باین ہمہ مشاہدہ کرنے والا اگر باہر قن ہو تو ستارہ مذکور کے تار پر سے گزرنے کی ٹھیک آن کو ایک سکند کی بہت چھوٹی کسرت تک بھی صحیح معلوم کر لے سکتا ہے۔ جب ستارہ منظر کے میدان میں آتا ہے تو وہ گہری کو دیکھ کر گھٹنے اور منٹ قلب بند کر لیتا ہے اور پھر اپنے مشاہدات کو چھوڑے بغیر گہری کی آواز سے آگے

سکنڈوں کی تعداد کو زبانی گنتا جاتا ہے۔ بعد ازیں سکنڈ کے شروع ہونے کے وقت تار کے ایک طرف ستارہ کے خیال کا فاصلہ، اور اس سکنڈ کے اختتام پر تار کے دوسری جانب ستارہ مذکور کے خیال کا فاصلہ مشاہدہ کر کے ان دونوں کی نسبت سے تار پر سے گزرنے کے ٹھیک وقت کی تعیین کر سکتا ہے۔ اس قسم کا مشاہدہ ساتوں تاروں کے لحاظ سے کیا جاتا ہے اور حسب تشریح بالا ان مشاہدات کا اوسط نکال لیا جاتا ہے۔

اس طریقہ کو ”نظر و سماعت کا طریقہ“ کہتے ہیں۔

وقت نگار

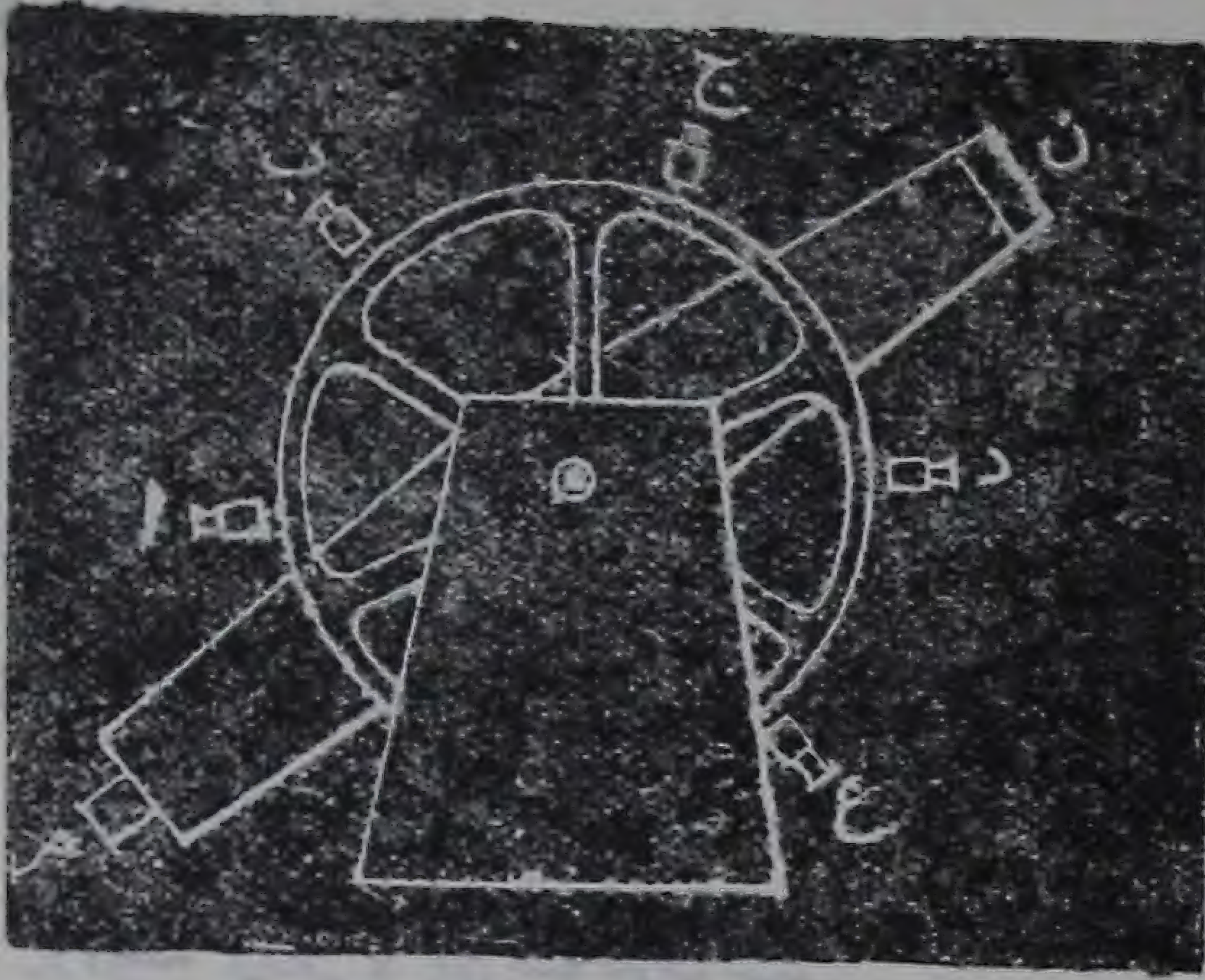
مرور کے مشاہدہ کرنے کا ایک اور طریقہ جو آج کل زیادہ مقبول ہوتا جاتا ہے وقت نگار کا طریقہ ہے۔

ایک اسطوانہ لیتے ہیں جو اپنے محور (فرض کرو کہ یہ محور انتصابی ہے) کے گرد یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہو اور علاوہ ازیں اپنے طول کی سمت یعنی انتصابی سمت میں بھی یکساں رفتار سے آہستہ آہستہ حرکت کر رہا ہو، پھر گھڑی کو اس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ اس کی ہر ایک ٹیک پر ایک برقی رو منقطع ہو کر مذکورہ بالا اسطوانہ کے گرد لپٹے ہوئے ایک کاغذ پر ایک نقطہ کا نشان مرتسم کر دیتی ہے۔ ظاہر ہے کہ ایک ایک سکنڈ کے بعد جو نشان اس طرح مرتسم ہونگے وہ اسطوانہ پر ایک پیچ کی شکل میں مساوی فاصلوں پر واقع ہونگے۔

مشاہدہ کنندہ ایک تار پر سے مرور کے وقت ایک بٹن کو دبا دیتا ہے جس سے سکنڈوں کے نشانات کے علاوہ ایک اور نشان کاغذ پر مرتسم ہو جاتا ہے۔ موخر الذکر نشان کے مقام کو ان نشانات کے لحاظ سے جو اس نشان کے عین پہلے اور بعد میں گھڑی کے سکنڈوں کے جواب میں مرتسم ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے بذریعہ پیمائش ایک سکنڈ کی چھوٹی کسر تک مرور کا صحیح وقت معلوم ہو سکتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ

۱۴۔ نصف النہاری دائرہ جس کو بعض اوقات دائرہ مرور بھی کہتے ہیں آراء مرور م ن پر مشتمل ہوتا ہے جس کا ہم اوپر ذکر کر چکے ہیں (دیکھو شکل ۱۷)۔



شکل ۱۷

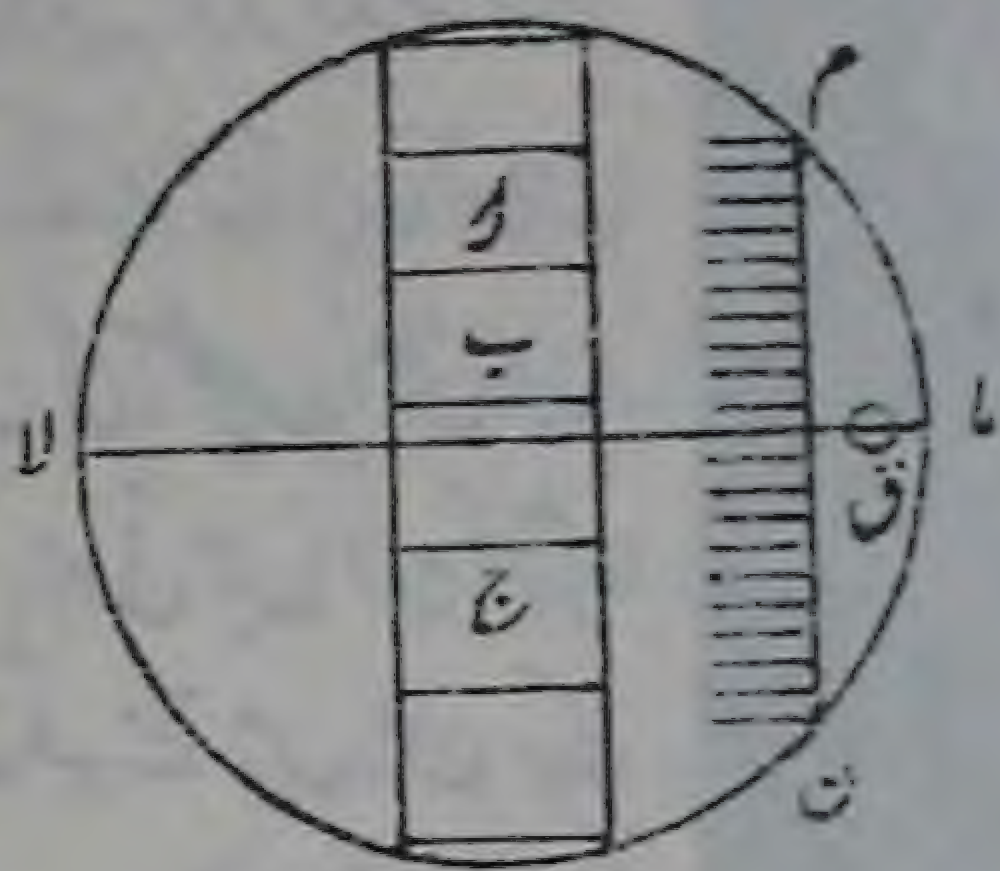
لیکن اس میں دُور بین کے
دونوں طرف دو درجہ دار
دائرے لگے ہوتے ہیں۔ ان
دائرے کی سطحیں افقی محور پر
عمود وار ہوتی ہیں اور یہ دُور بین
کے ساتھ لگوتے ہیں۔ ان کے
کناروں پر پانچ پانچ منٹوں کے
فاصلہ پر نہایت باریک خط
کھینچے ہوتے ہیں، چونکہ جلی طریقہ

سے زیادہ چھوٹے حصوں میں تقسیم کرنا مشکل ہے اس لیے دو متصل خطوں کے درمیانی منٹوں
اور سکندوں کے معلوم کرنے کے لیے خرد بین سے کام لیا جاتا ہے۔ عام طور پر چھ منٹوں کے
خرد بینیں استعمال کی جاتی ہیں اور سب کو پڑھ کر ان کا اوسط نکال لیا جاتا ہے۔ شکل بالا میں
یہ خرد بینیں ۱، ب، ج، وغیرہ سے تعبیر کی گئی ہیں۔ ان کے علاوہ چھوٹی طاقت تکبیر کی ایک
اور خرد بین بھی استعمال کی جاتی ہے جس کو نمایندہ کہتے ہیں اور جو پانچ پانچ منٹوں کے
متناظر درجے اور نشان پڑھنے میں کام آتی ہے۔ یہ سب دُور بینیں ثابت ہوتی ہیں، اس لیے
جب دائرے گردش کرتے ہیں تو ان کے کناروں پر کے نشانات ان دُور بینوں میں سے
ہر ایک کے میدانِ منظر کے سامنے سے گزرتے ہیں۔ جب خطِ توازی گری سمتِ راس میں ہو تو
نمایندہ خرد بین صفر کے نشان پر ہوتی ہے۔

نشانات پڑھنے کی خرد بینیں

ان چھ خرد بینوں میں سے ہر ایک کے دہانہ کی ماسکی سطح مستوی میں دھات کا
ایک چھوٹا پیمانہ م ن لگا ہوتا ہے جس پر نہایت باریک لکیریں منقوش ہوتی ہیں، اس پیمانہ کو
کنگھی کہتے ہیں۔ یہ پیمانہ اور دائرہ پر کے نشانات دونوں منظر کے میدان میں
ایک ساتھ دکھائی دیتے ہیں جیسا کہ شکل ۱۸ میں دکھایا گیا ہے۔ درجہ دار دائرہ کے
ہر وقفہ ۱۵ کے مقابل کنگھی کی پانچ نوچیں یا لکیریں ہوتی ہیں گویا ہر ایک نوچ

ایک سنٹ کو تعبیر کرتی ہے۔



شکل ۱۸

درمیانی نوچ کو ظاہر کرنے کے لیے
پیمانہ میں ایک چھوٹا سوراخ قی ہوتا ہے
اور جب نمائندہ خرد بین دائرے کے کسی
نشان کے مقابل ہو تو قی بھی کسی نہ کسی نشان
کے مقابل ہوگا۔ علاوہ ازیں ایک نہایت
باریک تار لا ما منظر کے میدان میں تنا
ہوتا ہے جو ایک خردہ پیمانہ پیچ کے ذریعہ اپنے
متوازی حرکت کر سکتا ہے۔

اس پیچ کا سرا ۶۰ مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے۔ اس پیچ کے ۵ چکر تار کو
درجہ دار دائرہ کے ایک وقفہ 'ا' ب میں سے منتقل کرتے ہیں، اس لیے
۵ چکر پیچ کے = ۵ درجہ دار دائرہ کے

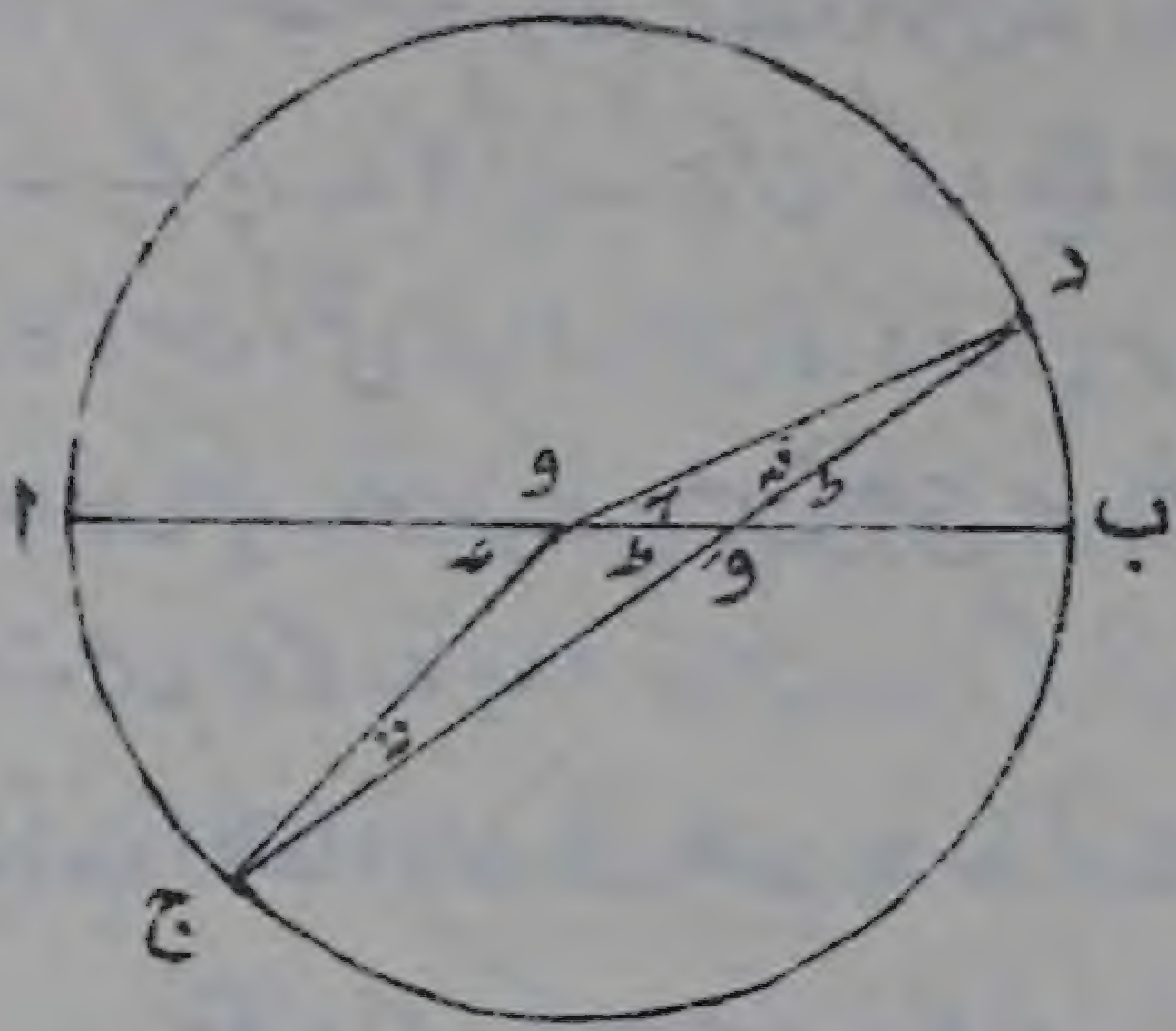
۱ چکر پیچ کا = ۱

۱ فصل پیچ کا = ۱

اب فرض کرو کہ ہم کسی محل میں دائرہ کی قرأت لینا چاہتے ہیں۔ نمایندہ
خرد بین سے قرأت سرسری طور پر ۵ کے وقفوں میں حاصل ہوتی ہے۔ اوپر کے
سنٹوں کی تعداد کنگھی میں مرکزی نوچ قی سے پہلے کے درجہ درجہ (ج) تک نوچوں کی
جو تعداد ہے اُس سے حاصل ہوتی ہے۔ عکسبونی تار کو پہلے نوچ سے ج پر لانے کے لیے
پیچ کے سرے کو جتنے فصلوں میں سے گھمانا پڑتا ہے اس سے سکندوں کی تعداد ظاہر
ہوتی ہے۔

خروج مرکزی خطا ایک ہی قطر کے سروں کے دو نقطوں پر
خرد بین کو پڑھنے سے رفع ہو جاتی ہے

۳۲ - خروج مرکزی خطا درجہ دار دائرہ کے کسی ایسے نقطہ کے گرد گھومنے سے



شکل ۱۹

پیدا ہوتی ہے جو کہ اس کا مرکز نہ ہو۔
یہ خط ایک ہی قطر کے سروں کے
دونوں نقطوں پر دور بین کو پڑھ کر اوسط
لے لینے سے رفع ہو جاتی ہے۔ فرض کرو
کہ دائرہ شکل ۱۹ کا مرکز و سے اور
و وہ نقطہ ہے جس کے گرد دائرہ گردش
کرتا ہے یعنی خط AB مقام ج پر
آجاتا ہے، اب اگر مقابل جانبوں پر
قوسوں AJ اور B د کے محاذی
مرکز پر زاویے عہ اور ب پڑھے جائیں تو ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ عہ اور ب کا اوسط
طہ کے مساوی ہے۔

اقلیدس (م ۱، ش ۳۲) کی رُوسے

$$ب + فہ = طہ$$

$$ب = طہ - فہ$$

$$عہ = طہ + فہ$$

$$عہ + ب = طہ + طہ = ۲طہ$$

$$\frac{عہ + ب}{۲} = طہ$$

نصف النہاری دائرہ پر نقطہ راس کی تعیین

۳۳۔ ہم اس سے پہلے ذکر کر چکے ہیں کہ جب خط توازی گری سمت راس میں
ہو تو نمائندہ دور بین صفر پر ہونی چاہیے۔

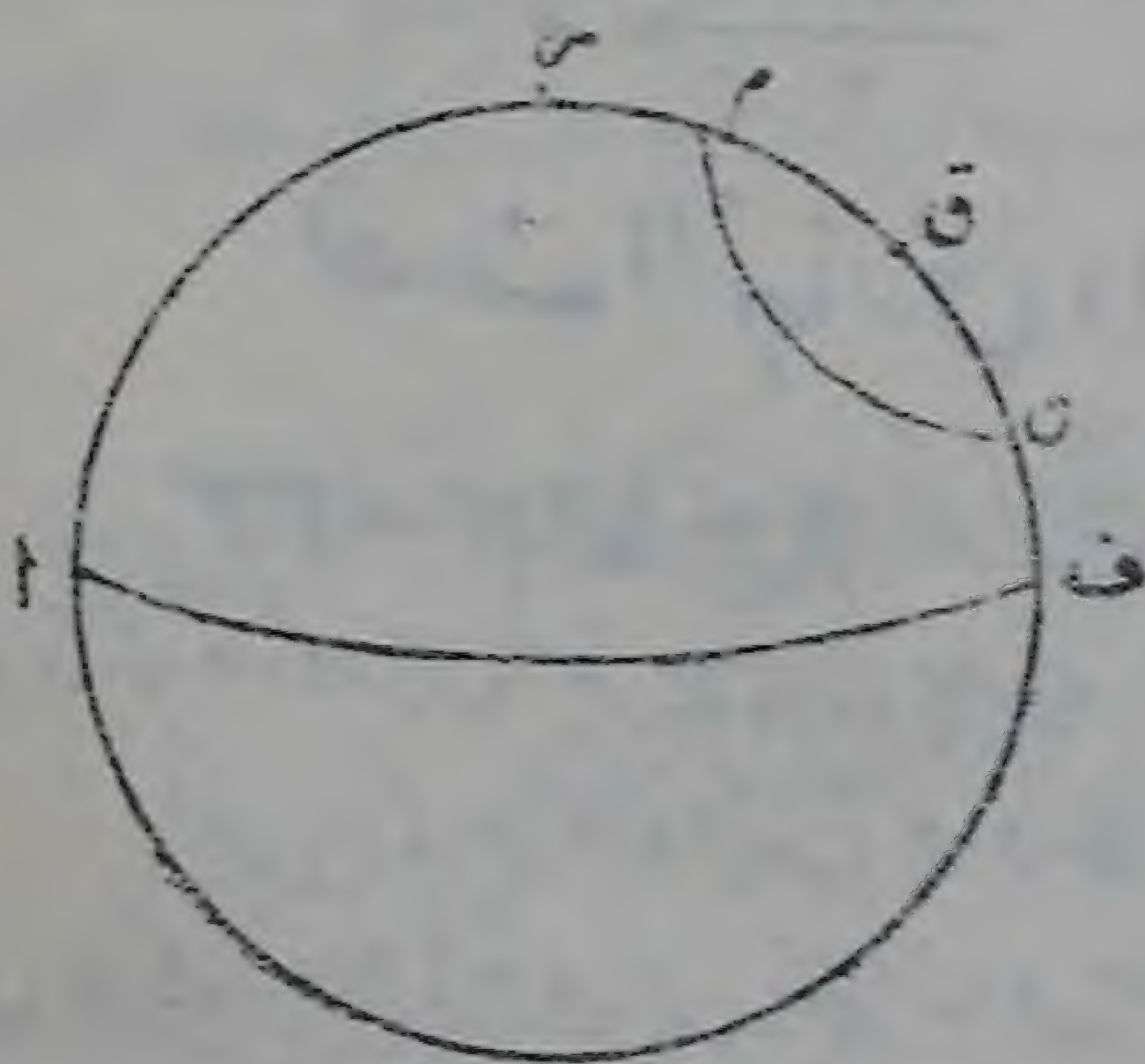
لیکن چونکہ چھ خرد بینوں کا اوسط اس کے ساتھ ہی بالعموم صفر نہیں ہوتا اس لیے
ہمیں ہر ایک دائرہ غرور میں نقطہ راس معلوم کر لینا چاہیے۔ یعنی یہ معلوم کر لینا چاہیے
کہ نقطہ راس کے مقابل دائرہ پر کونسا نشان ہے۔

یہ نقطہ معلوم کرنے کے لیے دُوربین کو انتصاباً سمتِ شاقولی میں لگا دیتے ہیں۔ اور اس کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ دیتے ہیں، پھر اس کو اس طرح حرکت دیتے ہیں کہ اس کا ثابت افقی تار اور اس تار کا خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد حاصل ہوتا ہے دونوں ایک دوسرے پر عین منطبق ہو جائیں۔ تب خطِ توازی گری عین نقطہ نظیر الراس کی سمت میں ہوگا۔ مابینہ خردبین اور دیگر خردبینوں کو پڑھنے سے نظیر الراس کا نقطہ حاصل ہو جاتا ہے، نقطہ راس اس نقطہ سے ۸۰° کے فاصلہ پر ہے۔

نقطہ راس کے معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے، قطبی ستارہ کو جو بوجہ بطی السیر کے دیر تک منظر کے میدان میں رہتا ہے مشاہدہ کرتے ہیں اور جب ستارہ افقی تار پر آتا ہے تو خردبین کو پڑھ لیتے ہیں۔ اب دُوربین کو اتنا نیچا کرتے ہیں کہ پارے کے ایک طرف سے منعکس ہو کر ستارہ مذکور کا خیال افقی تار پر منطبق ہوتا ہے اور پھر خردبین کو پڑھ لیتے ہیں۔ چونکہ ان دونوں محلوں میں دُوربین افقی سے اوپر اور نیچے مساوی زاویے بناتی ہے اس لیے ان دونوں قراءتوں کے اوسط سے افقی نقطہ حاصل ہوتا ہے اس افقی نقطہ سے سرکچا ۹۰° کے فاصلہ پر نقطہ راس ہے۔

یہ بھی ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کی سمت اور پارے کی سطح سے انعکاس کے بعد اس کے خیال کی سمت کا فرق، ستارہ مذکور کے نصف النہاری ارتفاع کو تعبیر کرتا ہے۔

نصف النہاری دائرہ پر قطبی نقطہ



شکل ۱۹-۱

۴۴ و - قطبی نقطہ معلوم

کرنے کے لیے یعنی یہ معلوم کرنے کے لیے کہ جب دُوربین قطب کی سمت میں لگائی جائے تو نصف النہاری دائرہ کی قراءت کیا ہوتی ہے ہم کسی ابدی الظہور ستارہ کے مُروِر بالا اور مُروِر زیرین کو مشاہدہ کرتے ہیں اور دونوں صورتوں میں نصف النہاری دائرہ کو پڑھ لیتے ہیں۔

مثلاً اگر مَرور کے وقت ستارہ مذکور کے مقامات م اور ن سے تعبیر ہوں تو
 ق م = ق ن = ستارہ کا قطبی فاصلہ = Δ
 فرض کرو کہ قطبی نقطہ = لا
 تب لا + Δ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے ن پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا
 جاتا ہے۔

اور لا - Δ = وہ نشان جو کہ ستارہ کے م پر ہونے کے وقت دائرہ پر پڑھا
 جاتا ہے۔

پس قطبی نقطہ لا = دائرہ کے دونوں مقامات کا اوسط
 چونکہ ق ف = مقام مذکور کا عرض بلد

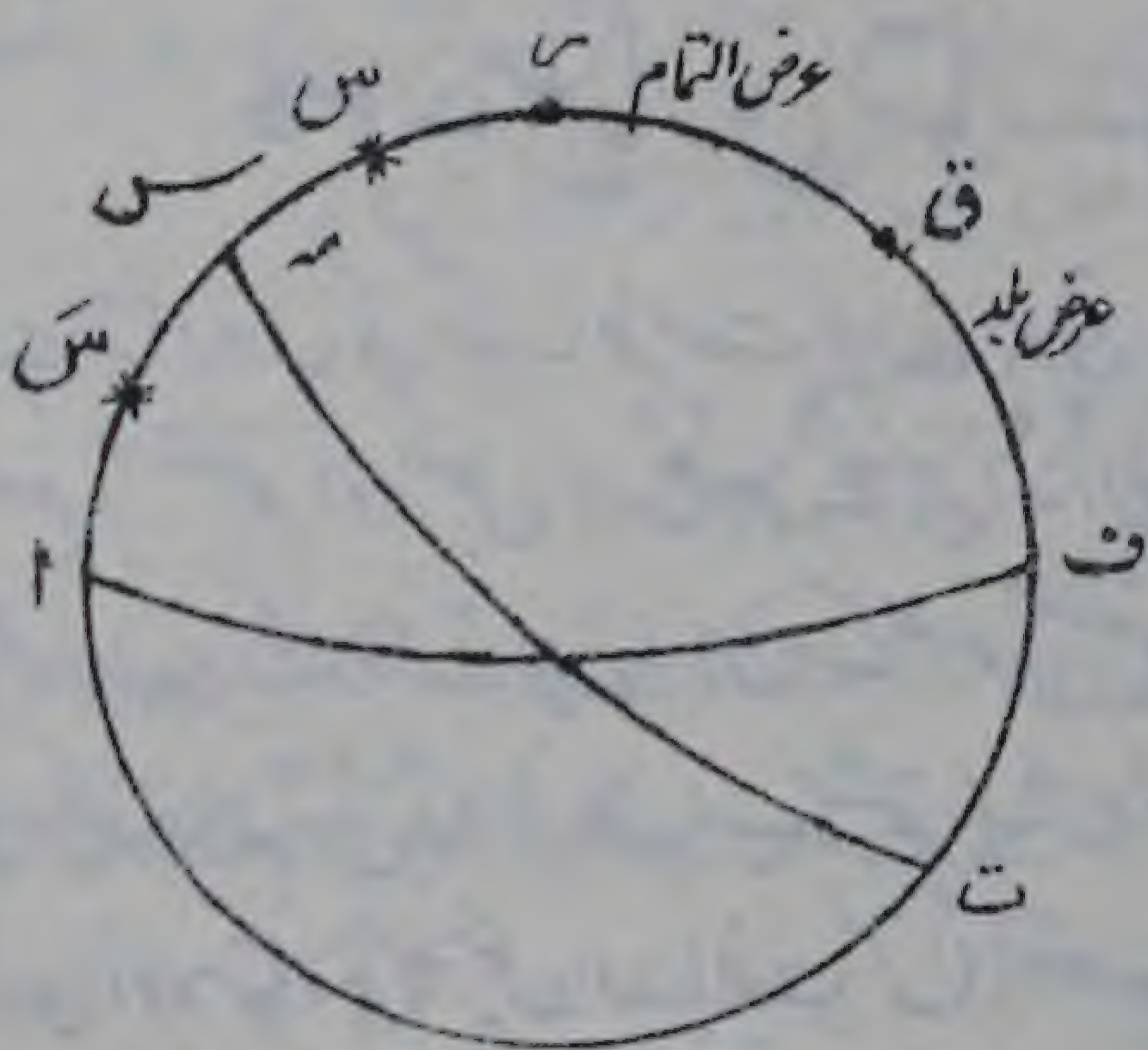
∴ س ق = متمم عرض بلد = عرض التمام

اب مقام مذکور یا رصد گاہ کا عرض بلد معلوم ہو سکتا ہے کیونکہ قطبی نقطہ اور
 نقطہ راس کا فرق عرض التمام س ق کو تعبیر کرتا ہے اور اگر اس کو ۹۰
 میں سے تفریق کیا جائے تو عرض بلد حاصل ہو جاتا ہے۔

راہی فاصلہ نصف النہاری پر نصف النہاری ارتفاع میل

۳۴۔ کسی ستارہ کا راہی فاصلہ

ناپنے کے لیے جب یہ نصف النہاری پر ہو
 دُور بین کو ستارہ کی سمت میں لگایا جاتا
 ہے اور دائرہ کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس
 قراءت اور نقطہ راس کی قراءت کا فرق
 نصف النہاری پر جرم مذکور کے راہی فاصلہ
 کو تعبیر کرتا ہے، لیکن اس میں انعطاف نو
 و دیگر اسباب کی بنا پر جو خطا واقع ہو
 اُس کی تصحیح کر لینی چاہیے۔



شکل ۲۰

نصف النہاری ارتفاع مشاہدہ کردہ راہی فاصلہ کو ۹۰ میں سے تفریق کرنے سے

حال ہوتا ہے۔

اب چونکہ ہمیں مقام مذکور کا عرض بلد معلوم ہے اور ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع معلوم کر سکتے ہیں اس لیے ہم ستارہ مذکور کا میل دریافت کر سکتے ہیں۔ فرض کرو کہ نصف النہاری ستارہ مذکور کا مقام س ہے، تب

$$س ۱ = \text{نصف النہاری ارتفاع} = ع$$

$$س س = \text{میل} = م$$

نیز س ۱ = عرض التمام س ق (کیونکہ دونوں میں تہہ س س مشترک ہے)۔ اب

$$س ۱ + س س = س ۱$$

$$\text{یا عرض التمام} + م = ع$$

اسی طرح سے اگر ستارہ س پر ہو تو

$$\text{عرض التمام} - م = ع$$

پس عرض التمام \pm میل = نصف النہاری ارتفاع، اگر شمالی نصف کرہ ارض میں ستارہ کا میل شمالی ہو تو علامت مثبت یعنی چاہیے اور اگر میل جنوبی ہو تو علامت منفی یعنی چاہیے۔ جب ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع اور مقام مذکور کا عرض بلد معلوم ہو تو اس مساوات سے ستارہ کا میل معلوم ہو سکتا ہے۔

۳۵۔ معیاری ستارے۔ بحری جہت میں جو ہر سال تیار کی جاتی

ہے ستاروں کی ایک فہرست درج ہوتی ہے جس میں ہر تاریخ کے لیے سب ستاروں کے صعودِ مستقیم اور میل درج ہوتے ہیں۔ ان کے میل اس طریقہ سے جس کا اوپر ذکر ہوا محسوب کیے جاتے ہیں۔ ان کے صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے متعلق بعد میں بحث کی جائیگی (دیکھو فلام سٹیڈ کا طریقہ باب ہشتم)۔ ان ستاروں کو معیاری ستارے کہتے ہیں۔ جب کسی اور ستارہ کا میل دریافت کرنا مقصود ہو تو دُور بین کو اس ستارہ کی طرف لگا کر دائرہ مُرور کو پڑھ لیتے ہیں، پھر دُور بین کو کسی معیاری ستارے کی طرف لگا کر دونوں قرائتوں کا مقابلہ کرنے سے میل مطلوب نکال لیتے ہیں کیونکہ ان قرائتوں کا فرق ان کے میلوں کے فرق کو تعبیر کرتا ہے۔

گھڑی کی تنظیم

چونکہ اس الحمل کا نقطہ آسمان میں ایک خیالی نقطہ ہے اس لیے ہم اس کے نصف النہار پر سے گزرنے کا وقت یعنی طور پر مشاہدہ نہیں کر سکتے۔ پس ہم براہ راست مشاہدہ کرنے سے یہ نہیں بتا سکتے کہ گھڑی کو، گھنٹے، منٹ، سکند پر کب ہونا چاہیے لیکن چونکہ کسی معیاری ستارہ کے مُرور کا وقت اس کے صعودِ مستقیم سے معلوم ہو سکتا ہے اس لیے جب ان ستاروں میں سے کوئی ستارہ نصف النہار پر ہو تو گھڑی عین درست کو کبھی وقت لائی جاسکتی ہے۔

گھڑی کی شرح یعنی وہ مقدار جو یہ ہر روز پیچھے رہ جاتی ہے یا آگے بڑھ جاتی ہے دو متصل راتوں کو کسی ثابت ستارے کے مُروروں کے وقفہ کو ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ یہ وقفہ ۲۴ کو کبھی گھنٹوں کے مساوی ہونا چاہیے اس کے لحاظ سے گھڑی کی رفتار کو درست کیا جاسکتا ہے۔ ایک عمدہ گھڑی میں تیزی یا سستی کی شرح یکساں ہونی چاہیے۔

کسی جرم کا صعودِ مستقیم دریافت کرنا

اگر گھڑی کو ٹھیک چلایا جائے اور اس کی شرح معلوم ہو تو کسی جرم کے نصف النہار پر سے گزرنے کا کو کبھی وقت اس کے صعودِ مستقیم کو تعبیر کرتا ہے۔ اس وقت کو ۱۵ سے ضرب دے کر گھنٹوں، منٹوں اور سکندوں میں تحويل کر سکتے ہیں۔

توازی گری دُور بینیں

۳۴- ہم دیکھ چکے ہیں کہ خطائے توازی گری کو درست کرنے کے لیے دُور بین کے محور کو اس کے خانوں کے اندر اُلٹا پڑتا ہے اور اُلٹنے سے پہلے اور بعد میں کسی دُور کے نشان کی سمت مشاہدہ کی جاتی ہے مگر اب یہ طریقہ متروک ہو چکا ہے اور اس کے بجائے ایک اور طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔ دو چھوٹی دُور بینیں لیتے ہیں جن کو توازی گری دُور بینیں کہتے ہیں، ان میں سے ایک کو مُرور کی دُور بین کے شمال کی طرف اور دوسری کو اس کے جنوب کی طرف لگا دیتے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک میں دو چلیپی تار لگے ہوتے

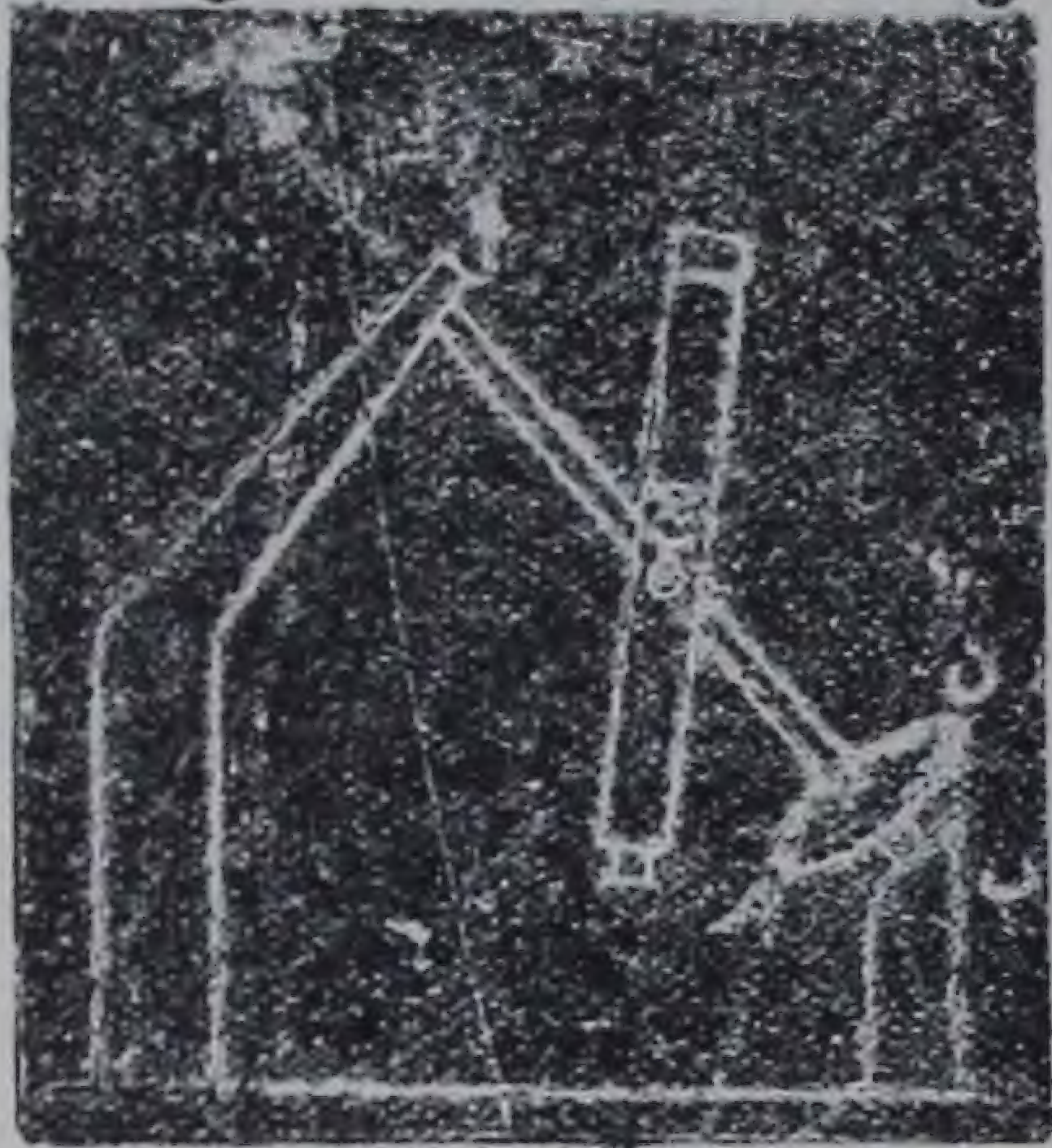
ہیں۔ پھر بڑی دُور بین کی نالی کی ایک درز کے ذریعہ ایک چھوٹی دُور بین میں سے دُوسری چھوٹی دُور بین کی طرف دیکھتے ہیں۔ ایسا کرنے سے چھوٹی دُور بینوں کو اس طرح لگا سکتے ہیں کہ ان کے چلیپی تاروں کے (جو منور کر لیے جاتے ہیں) خیال ایک دوسرے پر منطبق ہوں۔ اب اگر خود آواز مُرور کے چلیپی تاروں کو اس طرح ٹھیک وضع میں لایا جائے کہ یہ شمالی توازی گری دُور بین کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوں اور پھر بڑی دُور بین کو گھما کر دیکھا جائے کہ اس کے تار جنوبی توازی گری دُور بین کے تاروں کے خیال پر منطبق ہوتے ہیں تو سمجھ لینا چاہیے کہ خط توازی گری اُفق محور پر عمود وار ہے۔ اس طریقہ سے دُور بین کے محور کو اُلٹنے کا وقت طلب عمل نہیں کرنا پڑتا۔

۳۶۔ ان طریقوں کے علاوہ خطائے توازی گری معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے، دُور بین کے نیچے پارے کا ایک برتن رکھ کر اس کا رخ انصافاً نیچے کی طرف کر دیتے ہیں۔ اگر محور اُفق کے عین متوازی ہو اور کوئی خطائے توازی گری نہ ہو تو باریک تار اور ان کے خیال جو پارے کی سطح سے انعکاس سے بنتے ہیں ایک دوسرے پر منطبق ہونگے کیونکہ نور کی شعاعیں جو (منور کردہ) باریک تاروں سے متبع ہو کر نکلتی ہیں وہ دُور بین کے دہانہ میں سے گزر کر پارے کی سطح پر متوازی خطوط میں پڑتی ہیں۔ جہاں سے وہ پھر متوازی خطوں میں منعکس ہوتی ہیں اور دہانہ میں سے گزرنے کے بعد اس کے ماسک پر مستند ہوتی ہیں۔ پس اگر اُفقیت کی خطا کو پہلے سے درست کر لیا گیا ہو اور منعکس شدہ شعاعیں باریک تاروں پر منطبق ہوں تو سمجھ لینا چاہیے کہ کوئی خطائے توازی گری نہیں ہے لیکن اگر یہ شعاعیں باریک تاروں پر منطبق نہ ہوں تو ان کے فرق کو خردہ پیمائے کے ذریعہ ناپ لینا چاہیے، خطائے توازی گری اس فرق کے نصف سے تعبیر ہوگی۔

استوائی دُور بین

۳۷۔ اکثر رصد گاہوں کی بڑی دُور بینیں وضع استوائی میں لگی ہوتی ہیں جس سے یہ مراد ہے کہ دُور بین کا گردش محور قطب سماوی کی سمت میں ہوتا ہے اس محور کو قطبی محور بھی کہتے ہیں (دیکھو شکل ۱۱)۔ یہ قطبی محور دو ثابت خانوں (اورب

کے اندر جو دو ثابت پشتوں میں بنے ہوتے ہیں گھوم سکتا ہے۔ دُور بین بھی محور ج کے گرد اس طرح گردش کر سکتی ہے کہ اس کے محل کو قطبی محور سے کسی زاویہ پر رکھ سکتے ہیں۔ بعض بڑی دُور بینوں کے ساتھ ایک قسم کی گھڑی بھی لگی ہوتی ہے جس کے ذریعہ قطبی محور کو اس کے خانوں کے اندر یکساں رفتار کے ساتھ اُسی سمت میں گھمایا جاتا ہے جس سمت میں کہ



ستارے اپنی یومیہ گردش کے لحاظ سے حرکت کرتے معلوم ہوتے ہیں، اور رفتار ایسی رکھی جاتی ہے کہ پوری گردش ۳۶۵ گھنٹے ۵۶ منٹ میں تکمیل پاتی ہے۔ اس طرح سے اگر دُور بین کو کسی ستارہ کی طرف لگا کر گھڑی چلا دی جائے تو ستارہ مذکور کو منظر کے میدان میں کافی عرصہ تک رکھ سکتے ہیں۔

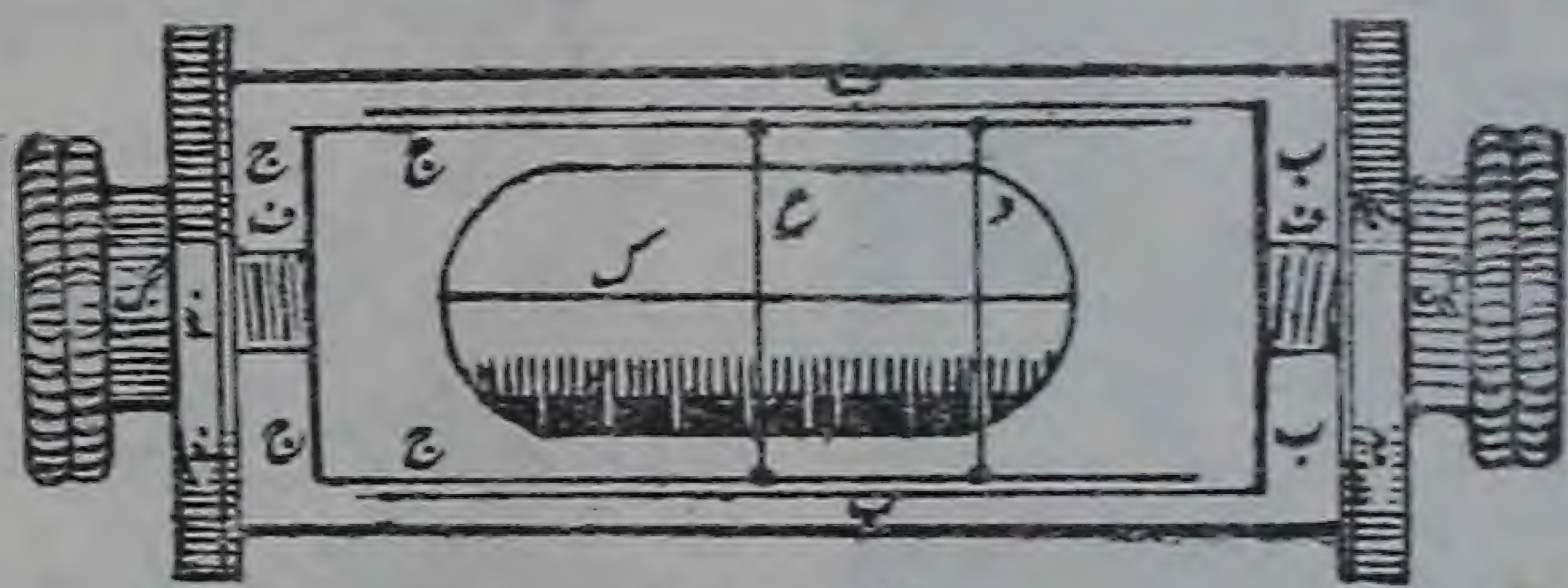
ظاہر ہے کہ استوائی دُور بین کو جو مذکورہ بالا دو قسم کی حرکتیں دی جاسکتی ہیں اُن کے ذریعہ اس کو آسمان پر کسی ایک ستارہ کے مقابل لگا سکتے ہیں اور ضروری نہیں کہ آلہ مُرور کی طرح یہ ستارہ نصف النہار پر ہو۔ پس یہ آلہ اُن ستاروں کے مشاہدہ کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جو نصف النہار پر نہ ہوں۔

ایک درجہ دار دائرہ م ن کے ذریعہ جس کی سطح مستوی قطبی محور پر عمود وار ہوتی ہے ہم دُور بین کو کسی مطلوبہ صعود مستقیم پر لگا سکتے ہیں۔ اس دائرہ کو ساعتی دائرہ کہتے ہیں محور ج پر بھی جس کے گرد دُور بین گھوم سکتی ہے ایک دائرہ لگا ہوتا ہے۔ یہ دائرہ شکل میں نہیں دکھایا گیا ہے۔ اس کو دائرہ میل کہتے ہیں اور اس کے ذریعہ دُور بین کو کسی مطلوبہ میل پر لگا سکتے ہیں۔ ان دونوں دائروں کو پڑھنے کے لیے نمائندہ خُربینوں سے کام لیا جاتا ہے۔

استوائی (دُور بین) کے ذریعہ اس کی بہت زیادہ طاقت تکبیر کی بدولت ہم چاند، سیاروں اور دیگر اجرام فلکی کی سطح کا بہترین مشاہدہ کر سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں یہ ستاروں کی عکسی تصویریں لینے اور ستاروں کے طیف کی تحلیل میں بھی بہت کام آتی ہے۔

خردہ پیم

ہر ایک استوائی دوربین میں ایک خردہ پیم لگا ہوتا ہے جس کے ذریعے چھوٹے زاویائی فاصلے (مثلاً وہ زاویہ جو دوربین کے منظر کے میدان میں دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے) ناپے جاتے ہیں۔ اس غرض کے لیے عام طور پر متوازی تاروں والا خردہ پیم استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۱۲۱

یہ ایک مستطیلی قالب پر مشتمل ہوتا ہے جس کی شکل اُوپر دکھائی گئی ہے اس کے ہر ایک سرے پر ایک ایک درجہ دار پیچ لگا ہوتا ہے، ب ب اور ج ج ج دو دھات کے دو شاخے ہیں جو ایک دوسرے کے اندر پھسلتے ہیں، ان دو شاخوں پر ایک ایک عنکبوتی تار لگا ہوتا ہے، جو شکل بالا میں د اور ع سے دکھائے گئے ہیں دو اور نہایت باریک پیچ ف، ف جن کے کنارے گ، گ دندانہ دار ہوتے ہیں ان دو شاخوں میں سے ہر ایک کے ساتھ لگے ہوتے ہیں اور ان پیچوں کو گھمانے سے حسبِ خواہش ہر ایک دو شاخہ اندر ڈھکیلا جاسکتا ہے یا باہر کھینچا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے سے عنکبوتی تاروں کو ایک دوسرے سے حسبِ منشاء قریب یا دور کر سکتے ہیں۔ علاوہ ازیں ایک اور ثابت عنکبوتی تار ک تاروں د اور ع پر عمود وار ہوتا ہے۔ پیچوں کے سروں کے ساتھ جو دائرے پیوستہ ہوتے ہیں ان میں سے ہر ایک کا محیط ۱۰۰ مساوی حصوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک باریک پیمانہ بھی ہوتا ہے جس پر نوچوں کے نشان منقوش ہوتے ہیں اور ہر پانچواں نشان باقی نشانوں کی نسبت زیادہ نمایاں ہوتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ نیز دو متصل نشانوں کا درمیانی فاصلہ دونوں پیچوں کی

گھائی کے مساوی ہوتا ہے اس لیے ایک پیچ کے سرے کی پوری گردش سے اس کے مناظر دو شاخہ کا عکسبوتی تار جس فاصلہ میں سے حرکت کرتا ہے وہ دو متصل نشانوں کے درمیانی فاصلہ کے مساوی ہوتا ہے۔

اگر اس زاویہ کو جو دو قریب قریب کے ستاروں کے محاذی مشاہدہ کنندہ کی آنکھ پر بنتا ہے ناپنا مقصود ہو تو خردہ پیماس کو دو زمین کی ماسکی سطح مستوی میں رکھ کر اتنا گھمایا جاتا ہے کہ ثابت آڑا عکسبوتی تار دونوں ستاروں کے خیالوں میں سے گزرتا ہے پھر دونوں تاروں کے درمیانی پیمانہ پر کے منقوش نشانوں کے ذریعہ یہ دیکھنا چاہیے کہ ثابت عکسبوتی تاروں کو ایک دوسرے کے اوپر لانے کے لیے پیچ یا بیچوں کے سروں کو کتنی بار گھمانا پڑتا ہے۔ ایک گھاؤ کا کسری حصہ متعلقہ سر پیچ کے درجہ دار دائرہ کو پڑھنے سے معلوم ہو سکتا ہے اب اگر ہمیں ہر ایک گھاؤ کی زاویہ قیامت معلوم ہو تو وہ زاویہ جو مذکورہ ستاروں کے محاذی بنتا ہے معلوم ہو سکتا ہے۔

خردہ پیماس کی مدد سے سورج، چاند یا سیاروں کے زاویہ قطری بھی معلوم ہو سکتے ہیں، متوازی تاروں میں سے ایک تار کو اس طرح رکھتے ہیں کہ وہ جرم کے ایک بازو سے مس کرتا نظر آتا ہے اور دوسرا جرم مذکور کی مستدیر قوس کے مقابل کے کنارے سے، اس طرح حسب سابق ان کا درمیانی فاصلہ معلوم ہو سکتا ہے۔

۱۳۸۔ خردہ پیماس کے پیچ کی ایک گردش کی زاویہ قیامت کی تعیین

اس کے لیے کوئی ابدی الظہور ستارہ لیتے ہیں، خود قطبی ستارہ قابل ترجیح ہے کیونکہ مست رفقار ہونے کی وجہ سے اس سے نہایت صحیح مشاہدات حاصل ہو سکتے ہیں۔ پہلے خردہ پیماس کو اس طرح لگاتے ہیں کہ ستارہ مذکور کی یومیہ گردش ثابت عکسبوتی تار پر یا اس کے متوازی رہے، پھر پیچ کو گردشوں کی ایک معلومہ تعداد میں سے گھما کر متوازی تاروں کو کچھ فاصلہ پر الگ کر دیتے ہیں، اب ستارہ کو ایک تار سے دوسرے تا تک جانے میں جو عرصہ لگتا ہے اس کو مشاہدہ کر لیتے ہیں اور چونکہ ستارہ ایک دائرہ صغیر کے ۳۶۰، ۳۴ کو کبی گھنٹوں میں پورا کرتا ہے اس لیے تاروں کے درمیانی فاصلہ کی زاویہ قیامت معلوم ہو سکتی ہے۔ اس طرح ایک گھاؤ کے مناظر جو زاویہ بنتا ہے اس کی قیمت دائرہ صغیر کے سینکڑوں کی رقوم میں معلوم ہو جاتی ہے۔ لیکن چونکہ ستارہ کا میل معلوم ہوتا ہے اس لیے قطبی ستارہ کے دائرہ صغیر کی

نسبت دائرہ کبیر کے ساتھ معلوم ہو سکتی ہے لہذا ہر ایک گھاؤ کے متناظر دائرہ کبیر کی قوس میں جتنے سکند ہوں ان کی تعداد معلوم ہو جاتی ہے۔

آلہ ارتفاع و سمت

آلہ ارتفاع و سمت ایک استوائی دوربین ہوتی ہے جس کا محور قطب سماوی کی سمت میں ہونے کی بجائے سمت راس میں ہوتا ہے۔ اس میں بھی دو طرح کی حرکت دی جا سکتی ہے ایک ارتفاع میں اور دوسری سمت میں بعینہ اسی طرح جس طرح کہ استوائی میں صعود و مستقیم اور میل کی سمتوں میں حرکت دی جا سکتی ہے، استوائی کی طرح اس کو بھی ان مشاہدات کے لیے استعمال کرتے ہیں جو نصف النہار کے باہر عمل میں لائے جائیں۔

ایک مقام پر ایک ابدی الظہور ستارے کے بالائی اور زیرین مرور کے وقت اس کے راسی فاصلے معلوم ہیں۔ اس مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا میل معلوم کرو۔
اسی فاصلوں م م، م ن (دیکھو شکل ۱۹) کو ر، ر سے تعبیر کرو۔

نیز قطبی فاصلہ ق م = ق ن = Δ اور ساق = عرض التمام

$$\therefore ر = عرض التمام + \Delta$$

$$ر = عرض التمام - \Delta$$

$$\therefore ر + ر = ۲ عرض التمام$$

$$ر - ر = \Delta$$

اور

$$\therefore عرض التمام = \frac{ر + ر}{۲} لہذا عرض بلد = ۹۰ - \frac{ر + ر}{۲}$$

$$اور قطبی فاصلہ \Delta = \frac{ر - ر}{۲} ، لہذا میل م = ۹۰ - \frac{ر - ر}{۲}$$

نوٹ - اگر ستارہ اپنے ایک مرور کے وقت نصف النہار پر نقطہ راس کے جنوب کی طرف ہو تو اس مرور کے وقت اس کے راسی فاصلہ کو منفی تصور کرنا چاہیے۔

مشقیں

۱۔ اگر زمین اسی زاویہ رفتار سے گھومتی جس سے اب گھومتی ہے لیکن متقابل سمت

میں تو بتاؤ کہ ایک اوسط شمسی یوم کا طول کیا ہوتا اور سال میں اوسط شمسی ایام کی تعداد کیا ہوتی
جواب ۲۳ گھنٹے ۵۲ منٹ، $\frac{1}{4}$ ۳۶۴

۳۔ بتاؤ کہ سال میں کتنے کوکبی دن ہوتے ہیں۔ جواب $\frac{1}{4}$ ۳۶۶
۴۔ ڈبلن کا عرض بلد $53^{\circ} 20'$ ہے، بتاؤ کہ ۲۱ جون کو ڈبلن میں سورج کا نصف النہاری ارتفاع کیا ہوگا۔ جواب $90^{\circ} 48'$

یہاں عرض التمام \pm مہ = عہ (دفعہ ۳۳)

لیکن مہ = $23^{\circ} 28'$ شمال اور عرض التمام = $90^{\circ} - 53^{\circ} 20' = 36^{\circ} 40'$

$$\therefore 36^{\circ} 40' + 23^{\circ} 28' = 60^{\circ} 8' = عہ$$

$$\therefore 60^{\circ} 8' = عہ$$

۴۔ ڈبلن میں (۱) انقلابِ سرما اور (۲) اعتدالِ لیل و نہار کے وقت، سورج کا نصف النہاری ارتفاع کیا ہوگا۔ جواب (۱) $13^{\circ} 12'$ (۲) $36^{\circ} 40'$

نوٹ۔ انقلابِ سرما کے وقت مہ = $23^{\circ} 28'$ جنوب (منفی)

۵۔ ایک ابدی انظہور ستارہ کے قطب سے اوپر اور قطب سے نیچے نصف النہار کے عبور کرنے کے وقت اس کے راہی فاصلے انعطاف وغیرہ کی تصحیح کے بعد

$$13^{\circ} 12' \text{ اور } 36^{\circ} 40' \text{ اور } 18^{\circ} 26'$$

معلوم کیے گئے ہیں۔ اس سے مقامِ مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔ (دیکھو دفعہ ۳۸) جواب $59^{\circ} 54'$ اور $42^{\circ} 53' 25''$

۶۔ ایک مقام کا عرض بلد $58^{\circ} 59'$ شمال ہے۔ مقامِ مذکور پر وسطِ گراما اور وسطِ سرما کے دنوں میں سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔

$$\text{جواب } 54^{\circ} 29' ; 33^{\circ} 2'$$

۷۔ ایک مقام پر وسطِ گراما میں اُفق کے اوپر سورج کا بڑے سے بڑا ارتفاع

$$44^{\circ} 22' \text{ ہے، مقامِ مذکور کا عرض بلد معلوم کرو۔ جواب } 36^{\circ} 36'$$

۸۔ سہیل کا میل $52^{\circ} 38'$ جنوب ہے۔ اگر ہم جنوب کی طرف سفر کریں تو

بتاؤ کہ پہلے پہل کس مقام پر اس کا نصف النہاری ارتفاع 10° کا ہوگا۔

$$\text{جواب } 24^{\circ} 22' \text{ شمالی عرض بلد۔}$$

۹۔ ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰) میں ایک ستارہ کا راسی فاصلہ جو نصف النہار کے
 ناپا جائے بعد تصحیح ۱۸° ۵۲' ۳۰" معلوم کیا گیا ہے۔ اس ستارہ کا میل معلوم کرو۔
 (جواب ۱۸° ۵۸' ۳۰" جنوب)

۱۰۔ ڈبلن میں آدمی رات کو افق کے نیچے سورج کا زاویہ انخفاض بالترتیب
 وسط گرما اور وسط سرما کو کیا ہوگا۔
 (جواب ۱۳° ۱۲' اور ۹۰° ۱۸')

۱۱۔ ایک مقام پر اوپر کے اور نیچے کے مُروروں کے وقت ایک ستارہ کے
 راسی فاصلے انعطاف وغیرہ کے متعلق صحت کر لینے کے بعد ۵۶° ۳۰' اور ۵۲° ۰۲'
 جنوب معلوم کیے گئے ہیں۔ مقام مذکور کا عرض بلد اور ستارہ کا میل دریافت کرو۔
 نوٹ۔ دفعہ ۳۸ کے ضابطہ سے کام لو لیکن چونکہ ۵۲° ۰۲' جنوب ہے
 اس لیے اُس کی علامت منفی لینا چاہیے۔
 (جواب ۵۳° ۵۳' ۲۳" اور ۵۰° ۳۲')

۱۲۔ بُرج شلیاق کا ایک ستارہ ۵۸° ۳۸' شمال پر واقع ہے کیا وہ
 ڈبلن (نصف النہار ۵۳° ۲۰) کے نصف النہار کو راس سے شمال کی طرف یا
 جنوب کی طرف عبور کرتا ہے۔

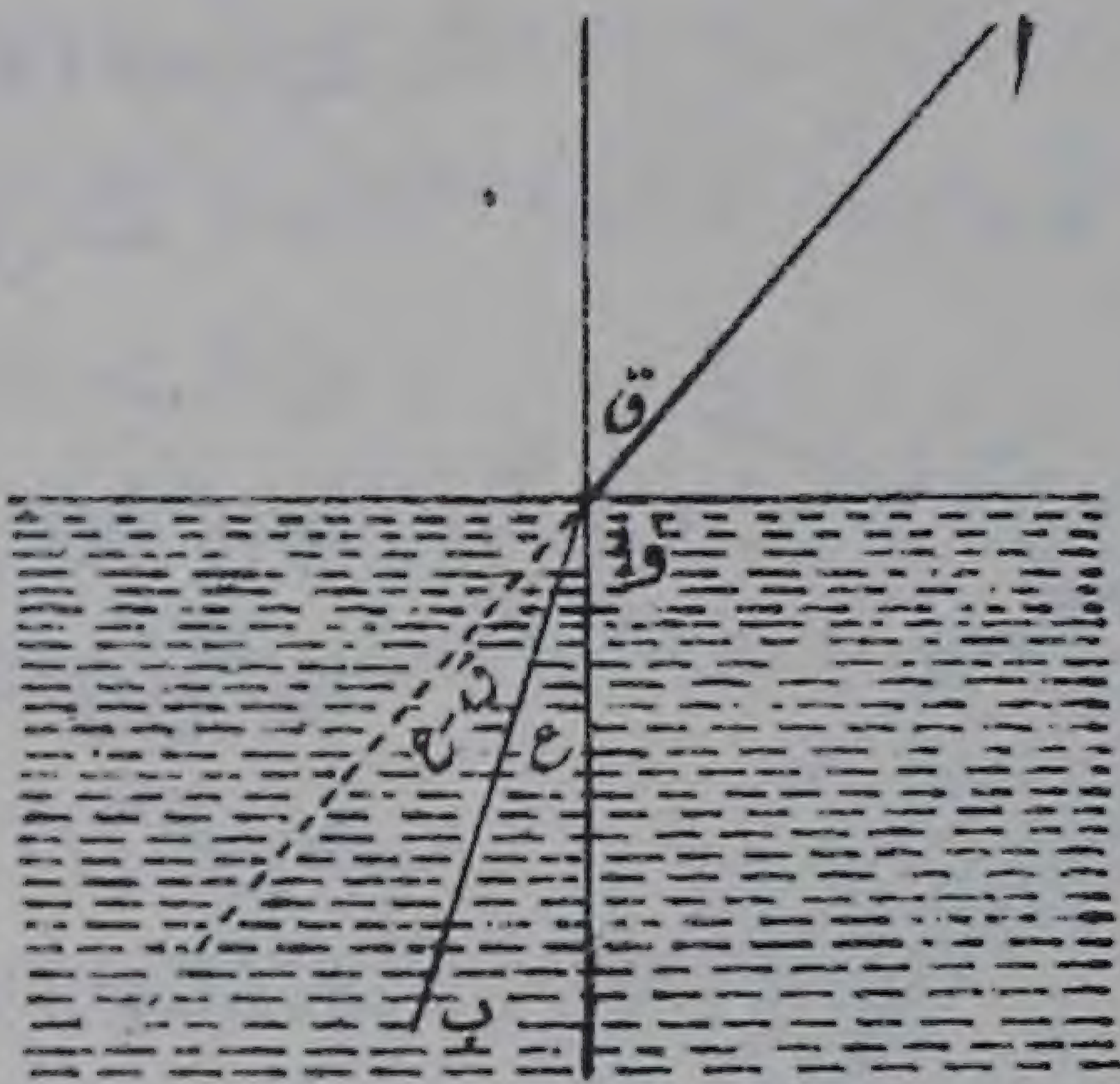
جواب اوپر کا مرور ۱۳° ۳۹' راس کے جنوب کی طرف
 نیچے کا مرور ۸۷° ۵۹' راس کے شمال کی طرف



چوتھا باب

کرہ ہوائی کا انعطاف

۳۹۔ باب سوم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کسی ستارہ کا ارتقاع مشاہدہ سے کس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن اس مشاہدہ کردہ ارتقاع میں خطا کا امکان ہے کیونکہ روشنی کی شعاعیں جو ستارہ سے نکلتی ہیں کرہ ہوائی میں سے گزرنے میں مشاہدہ کنندہ کی آنکھ تک پہنچنے کے قبل مڑ جاتی ہیں جس سے ستارہ کی سمت اس کی اصلی سمت سے مختلف معلوم ہوتی ہے۔ یہ ظاہری انحراف کرہ ہوائی میں انعطاف نور کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ علم المناظر کی رو سے ہمیں معلوم ہے کہ جب کوئی روشنی کی شعاع



شکل ۲۲

لطیف واسطہ سے کثیف واسطہ کے اندر داخل ہوتی ہے تو یہ منعطف ہو جاتی ہے یعنی ان دو واسطوں کی سطح فاصل پر کے عمود کی سمت میں جھک جاتی ہے۔ مثلاً ۱ و ۲ اس قسم کی منعطف شعاع کے راستہ کو تعبیر کرتا ہے۔ زاویہ ق وقوع کا

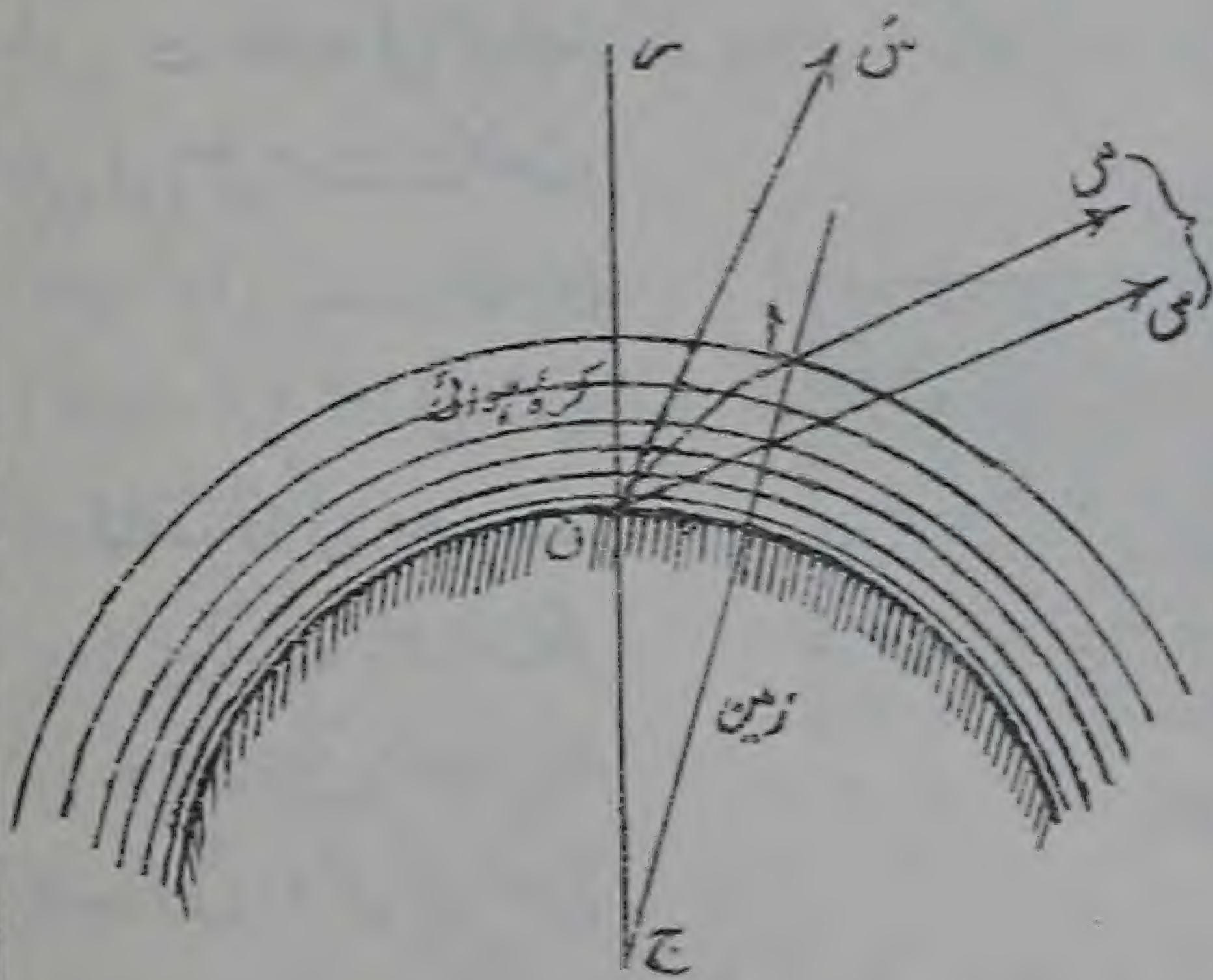
زاویہ ہے اور زاویہ ع انعطاف کا زاویہ ہے، نیز ق - ع انعطاف کی مقدار کو تعبیر کرتا ہے -

علم المناظر کا یہ ایک کلیہ ہے کہ زاویہ وقوع کے جیب کی نسبت زاویہ انعطاف کے جیب کے ساتھ مستقل ہوتی ہے، لہذا

$$\frac{\text{جب ق}}{\text{جب ع}} = \text{ایک مستقل} = م$$

اب کرہ ہوائی ایک گسی سیال ہے جو جاذبہ ارض کے زیرِ عمل ہے۔ اوپر کی تہوں میں اس کی کثافت بہت کم ہوتی ہے لیکن جوں جوں ہم زمین کے قریب آتے جاتے ہیں اس کی کثافت بھی بڑھتی جاتی ہے۔ کیونکہ کسی مفروضہ رقبہ کے اوپر کی ہوا کا وزن بھی بڑھتا جاتا ہے۔ پس ہم فرض کر سکتے ہیں کہ جب روشنی کی ایک شعاع کسی ستارہ سے نکل کر کرہ ہوائی پر پڑتی ہے تو یہاں سے زمین تک پہنچنے میں اس کو ایسے بے شمار واسطوں میں سے گزرنا پڑتا ہے جن کی شکل زمین کے ہم مرکز خولوں کے مانند تصور کی جاسکتی ہے اور جن میں سے ہر ایک اپنے پہلے کے واسطہ سے نسبتاً زیادہ کشیف ہوتا ہے۔ پس

کرہ ہوائی کے اندر شعاع کا راستہ ان مسلسل جھکاؤ کی وجہ سے ایک منحنی کی شکل کا ہوگا اور اُس شخص کو جو ن پر کھڑا ہو ستارہ مذکور ن م کی سمت میں دکھائی دیگا جو ن پر کے حماس کی سمت ہے حالانکہ ستارہ کی اصلی سمت



شکل ۲۳۳

یعنی وہ سمت جس میں کہ ستارہ مذکور کرہ ہوائی کی عدم موجودگی میں اور بنا علیہ

النعطاف کا عمل واقع نہ ہونے کی صورت میں دکھائی دیتا ہے جس سے اس کے متوازی کھینچا گیا ہے، کیونکہ ستارہ کے نہایت دور ہونے کی وجہ سے وہ خط جوا اور ن سے ستارہ کی سمت میں کھینچے جائینگے وہ عملی طور پر باہم متوازی ہو۔ زاویہ س ن س کو جو ستارہ کی ظاہری سمت اور اُس سمت سے درمیان بنتا ہے جس میں کہ کرہ ہوائی کی عدم موجودگی میں ستارہ مذکور دکھائی دیتا انعطاف کہتے ہیں۔

اس لیے کسی جرم سماوی پر انعطاف کا اثر یہ ہوتا ہے کہ یہ آسمان پر نسبتاً اونچا نظر آتا ہے جس کی وجہ سے اس کا ارتفاع بڑھ جاتا ہے اور اس کا اُسی فاصلہ کم ہو جاتا ہے لیکن چونکہ یہ ظاہری ہٹاؤ انتصابی سطح مستوی میں واقع ہوتا ہے اس لیے اس سے جرم کے 'السمت' پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔

اس لیے لازمی طور پر اجرام سماوی کے ارتفاعوں کے متعلق جملہ مشاہدات میں ہر ایک ظاہری ارتفاع کو بقدر انعطاف کی مقدار کے کم کر دینے سے اصلی ارتفاع حاصل ہوگا۔ اس تصحیح کو انعطاف کی تصحیح کہتے ہیں۔

النعطاف کی مقدار بڑی سے بڑی اُس وقت ہوگی جب کہ زاویہ وقوع بڑے سے بڑا ہوگا یعنی جب جرم اُفق پر ہوگا۔ اس انعطاف کو افقی انعطاف کہتے ہیں۔

نقطہ راس پر انعطاف صفر ہوگا کیونکہ وہ شعاعیں جو عین سر کے اوپر کے ستاروں سے نکلتی ہیں کرہ ہوائی کی مختلف تہوں پر علی القوائم پڑتی ہیں اور بنا بریں اُن میں انحراف پیدا نہیں ہوتا۔

افقی انعطاف تقریباً ۳۵ کے مساوی ہوتا ہے، لہذا اگر کوئی جرم عین افق پر ہو تو وہ بظاہر افق سے نصف درجہ سے کچھ زیادہ اوپر اُٹھا ہوا دکھائی دیگا۔ چونکہ سورج کا زاویہ قطر تقریباً ۳۲ کا ہوتا ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ اس لیے اس امر کا کچھ اندازہ لگانے کے لیے کہ افق پر کا کوئی جرم انعطاف کی وجہ سے کتنا اوپر اُٹھا ہوا معلوم ہوتا ہے یہ یاد رکھنا کافی ہوگا کہ یہ صعود تقریباً سورج کے قرص کی چوڑائی کے مساوی ہوگا۔ اس سے ظاہر ہے کہ جب ہمیں یہ معلوم

ہوتا ہے کہ سورج ڈوبنے کے عین قریب ہے تو اُس وقت وہ درحقیقت پورا ڈوب چکا ہوتا ہے اور اگر کرہ ہوائی کی وجہ سے اُس کی شعاعیں منعطف نہ ہوتیں تو وہ ہمیں مطلق دکھائی نہ دیتا۔

کرہ ہوائی کے دباؤ اور تپش میں تبدیلی ہونے سے انعطاف کی مقدار میں بھی تبدیلی ہوتی ہے۔ بارپہا کے چرٹھ جانے سے انعطاف کی مقدار بھی بڑھ جاتی ہے بشرطیکہ جرم کا ارتفاع وہی رہے۔ برعکس اس کے اپنی حالات کے تحت تپش کے بڑھ جانے سے انعطاف کی مقدار میں کمی واقع ہوتی ہے۔ لہذا رصدگاہ میں انعطاف کی غلطی کو محسوب کرنے کے لیے جرم کے راسی فاصلہ کے علاوہ کرہ ہوائی کے دباؤ اور تپش کو بھی جو بارپہا اور تپش پہا سے ظاہر ہو ملحوظ رکھنا چاہیے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ افقی انعطاف تقریباً ۳۵ کے مساوی ہوتا ہے جو جوں جوں جرم مذکور کا راسی فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے یہ انعطاف بڑی سرعت سے کم ہوتا جاتا ہے اور اس تخفیف کا کچھ اندازہ اس سے ہو سکتا ہے کہ ۵۴ پر اس کی اوسط قیمت ۵۸.۶۲ ہوتی ہے۔

کلیہ انعطاف

۴۔ چونکہ کرہ ہوائی کا ارتفاع زمین کے نصف قطر کے مقابلہ میں نہایت چھوٹا ہے، اس لیے ہم اُن خطوں کو جو ۱ اور ۲ سے زمین کے مرکز تک کھینچے جائیں (دیکھو شکل ۱۱۱) متوازی خیال کر سکتے ہیں یا بالفاظ دیگر یہ خیال کر سکتے ہیں کہ زمین کی سطح ایک افقی سطح مستوی ہے اور اس پر کرہ ہوائی کی بے شمار افقی تہیں واقع ہیں۔ جن کی کثافتیں نیچے سے شروع ہو کر اوپر کی طرف بتدریج کم ہوتی جاتی ہیں۔ اب ہم نہایت آسانی سے وہ کلیہ معلوم کر سکتے ہیں جس کے مطابق انعطاف میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ کیونکہ شعاع میں کلیتہً اتنا ہی جھکاؤ واقع ہوتا ہے جو اُس صورت میں ہوتا اگر کرہ ہوائی متجانس ہوتا اور اُس کی کثافت ہر بلندی پر وہی ہوتی جو زمین کی قریب ترین تہہ کی ہے جس صورت میں شعاع کا کل انعطاف اس مفروضہ کرہ ہوائی کے اندر داخل ہوتے وقت ایک ہی دفعہ واقع ہوتا اور بعد ازیں شعاع مذکور مشاہدہ کنندہ تک ایک خط مستقیم میں پہنچتی۔ ایک جرم سماوی کا انعطاف ۱۱۱ سے بدلتا ہے جیسے ظاہری راسی فاصلہ

کامحاس جب کہ تپش اور دباؤ مستقل رہیں۔

فرض کرو کہ کسی ستارہ سے آنے والی ایک شعاع کا راستہ N پر کے ایک مشاہدہ کنندہ تک میں ان سے تعبیر ہوتا ہے (دیکھو شکل ۲۴)۔ تب ستارہ مذکور کی ظاہری سمت N میں ہوگی نیز ظاہری راسی فاصلہ R اور حقیقی راسی فاصلہ $R + \Delta$ ہوگا، اور زاویہ S میں $S =$ انعطاف کی مقدار $= \Delta$

$$\text{اب} \quad \text{جب (زاویہ وقوع)} = \frac{\text{جب (زاویہ انعطاف)}}{\text{ایک مستقل}} = M$$

$$\text{یا} \quad \text{جب } (R + \Delta) = \frac{\text{جب } R}{M}$$

$$\text{یعنی} \quad \text{جب } (R + \Delta) = M \text{ جب } R$$

$$\text{لہذا} \quad \text{جب } R \text{ جم } \Delta + \text{جم } R \text{ جب } \Delta = M \text{ جب } R$$

لیکن Δ بہت چھوٹا زاویہ ہے اور ہمیں علم مثلث کی رو سے معلوم ہے کہ نہایت چھوٹے زاویہ کی

جیب التمام $= 1$ اور چونکہ عمود اور قوس تقریباً ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں اس کی جیب $=$ اس کا قوسی پیمانہ۔

$$\therefore \text{جب } \Delta = \Delta \text{ (قوسی پیمانہ میں)}$$

$$\text{اور جم } \Delta = 1$$

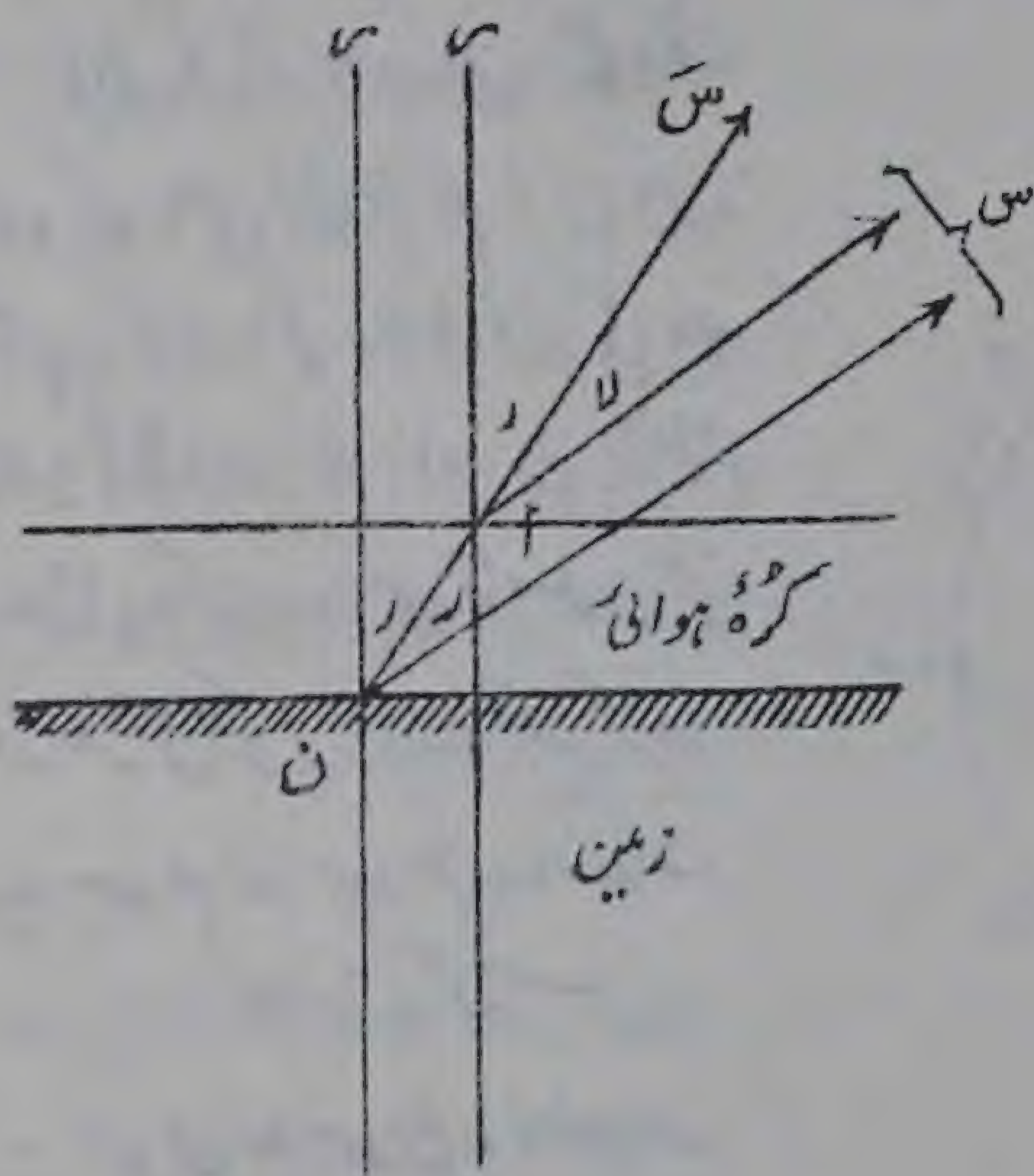
لہذا مساوات بالا ہو جاتی ہے:-

$$\text{جب } R + \Delta \text{ جم } R = M \text{ جب } R$$

$$\therefore \Delta \text{ جم } R = M \text{ جب } R$$

$$= (M - 1) \text{ جب } R$$

$$\therefore \Delta = (M - 1) \frac{\text{جب } R}{\text{جم } R}$$



شکل ۲۴

$$\text{لا} = (\text{مہ} - ۱) \text{مس ر}$$

$$\text{فرض کرو کہ } (\text{مہ} - ۱) = \text{ک}$$

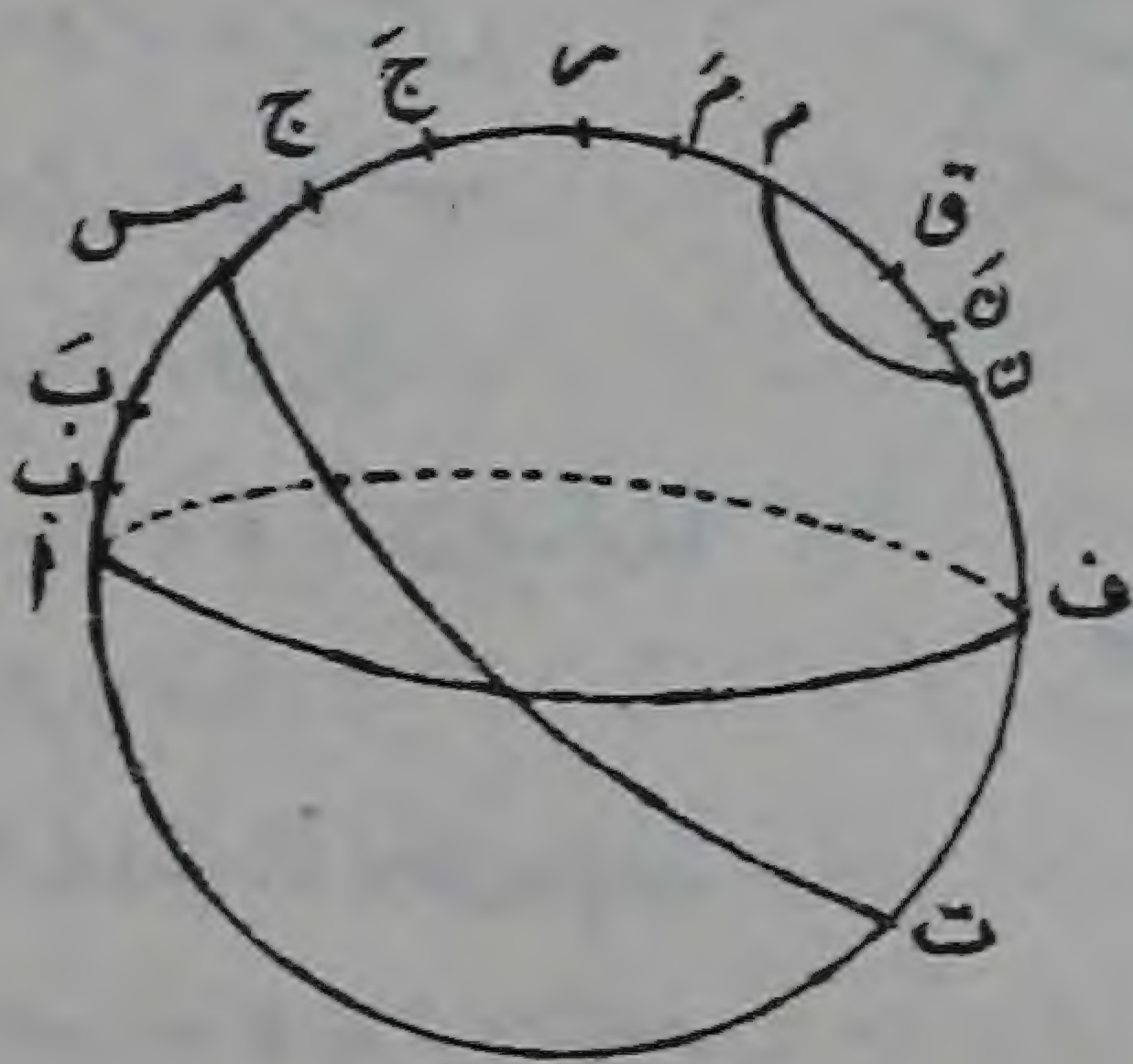
$$\text{لا} = \text{ک مس ر}$$

∴ لا ایسے بدلتا ہے جیسے مس ر

یہ کلیہ تجربہ سے ۷۵° تک کے راسی فاصلوں کے لیے تقریباً درست ثابت ہوا ہے۔
اُفق کے زیادہ نزدیک یہ کلیہ درست نہیں پایا جاتا کیونکہ کرہ ہوائی کی مختلف تہوں کی
ساخت کا اس پر اثر پڑتا ہے۔ یہ بھی صاف ظاہر ہے کہ یہ کلیہ اُفق پر قائم نہیں رہ سکتا
جہاں راسی فاصلہ = ۹۰°، کیونکہ مس ۹۰° = لا تنہا ہی

کسی مشاہدہ کردہ راسی فاصلہ کے لیے جو ۷۵° سے کم ہو انعطاف کی مقدار معلوم
کرنے کے لیے مس کی قیمت درج کر دینا کافی ہوگا بشرطیکہ مستقل ک کی قیمت
معلوم ہو جس کے معلوم کرنے کے طریقے ہم ذیل میں درج کرتے ہیں :-

۱۔ انعطاف کی مستقل قدر کی تعیین جب کہ مقام کا عرض بلد معلوم ہو۔
یہ معلوم کرنے کے لیے نصف النہاری دائرہ کے ذریعہ کسی ابدی الظہور ستارہ کے راسی فاصلہ
معلوم کرتے ہیں جب کہ یہ نصف النہار کو قطب سے اوپر اور نیچے عبور کرتا ہے۔
فرض کرو کہ مروروں کے وقت



شکل ۲۵

ایک ستارہ کے اصلی مقام م، ن ہیں
تب مشاہدہ کنندہ کو انعطاف کی وجہ
سے ستارہ اٹھا ہوا م اور ن پر معلوم
ہوگا۔ مشاہدہ کردہ راسی فاصلوں یعنی
مرم اور مر ن کو ر سے تعبیر کرو :-

$$\text{م م} = \text{م م} + \text{انعطاف}$$

$$= \text{ر} + \text{ک مس ر}$$

$$\text{مر ن} = \text{مر ن} + \text{انعطاف}$$

$$= \text{ر} + \text{ک مس ر}$$

جمع کرنے سے م م + مر ن = ر + ر + ک (مس ر + مس ر)

لیکن $س م + س ن = ۲$ عرض التمام (دیکھو دفعہ ۱۳۸)
 (کیونکہ $ق ف =$ مقام کا عرض بلد) $= ۱۸۰ - ۲$ عرض بلد
 $\therefore ۱۸۰ - ۲$ عرض بلد $= ر + ز + ک$ (مس + مس ز)
 $\therefore ک = \frac{۱۸۰ - ۲$ عرض بلد $- ر - ز}{مس + مس ز}$

لیکن مقام کا عرض بلد معلوم ہے اور $ر$ ، $ز$ مشاہدہ کردہ ظاہری راسی فاصلے ہیں پس $ک$ معلوم ہو جاتا ہے۔

۳۲۔ بریدلے کا طریقہ — اگر مقام کا عرض بلد معلوم نہ ہو تو بھی ڈاکٹر بریدلے کے طریقے سے انعطاف کی قدر معلوم ہو سکتی ہے۔ ڈاکٹر موصوف کے طریقہ میں کسی ابدی الظہور ستارہ کے راسی فاصلے اس کے دونوں مروروں کے وقت معلوم کرنے کے علاوہ سورج کا راسی فاصلہ معلوم کرتے ہیں جب کہ یہ انقلاب گرما اور سرما کے وقت نصف النہار میں ہو یعنی جب کہ اس کے میل بالترتیب ۲۳° شمال اور ۲۳° جنوب ہوں۔ فرض کرو کہ یہ مشاہدہ کردہ راسی فاصلے $س$ اور $س$ ہیں۔ اب اگر $ج$ اور $ب$ سورج کے اصلی مقاموں کو تعبیر کریں (دیکھو شکل ۲۵) تو اس کے ظاہری مقام اٹھے ہوئے $ج$ اور $ب$ پر معلوم ہونگے۔

$$\therefore س ج = س ج + انعطاف = س + ک + مس س$$

$$\therefore س ب = س ب + انعطاف = س + ک + مس س$$

جمع کرنے سے $س ج + س ب = س + س + ک + (مس س + مس س)$

لیکن $س ج + س ب = ۲$ مس حسب سابق اور $ق س = ق ف$ (کیونکہ ان دونوں کا کمل ساق ہے) $=$ عرض بلد

$$\therefore ۲$$
 عرض بلد $= س + س + ک + (مس س + مس س)$

نیز کسی ابدی الظہور ستارہ پر مشاہدات کرنے سے گزشتہ طریقہ کے مطابق

$$۱۸۰ - ۲$$
 عرض بلد $= ر + ز + ک$ (مس + مس ز)

ان دونوں مساواتوں کو جمع کرنے سے ہم عرض بلد کو ساقط کر دیتے ہیں، پس

$$۱۸۰ = ر + ز + س + س + ک + مس ر + مس ز + مس س + مس س$$

$$\text{نک} = \frac{۱۸۰ - ر - ر - س - س}{س + ر + مس + مس + مس + مس}$$

لیکن ر، ر، س، س، مس، مس، مس، مس مشاہدہ سے معلوم ہیں لہذا گ کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔ برید لے کے طریقہ میں قاعدہ یہ ہے کہ اس میں عرض بلد کے جاننے کی ضرورت نہیں پڑتی لیکن یہ ضرور ہے کہ ان مشاہدات کی تکمیل کے لیے چھ ماہ کا عرصہ درکار ہوتا ہے۔ ان طریقوں سے انعطاف کے مستقل کی قیمت تقریباً ۵۸۶۲ معلوم کی گئی ہے،

$$\therefore ۵۸۶۲ = مس ر$$

۴۴ - انعطاف کی قدر اور نیز مقام کا عرض بلد دونوں قطب سے اوپر اور نیچے مروروں کے وقت دو ابدی الظہور ستاروں کے راسی فاصلے مشاہدہ کرنے سے بھی معلوم ہو سکتے ہیں۔

پس ایک ستارہ کے لیے

$$۱۸۰ - ۲ \text{ عرض بلد} = ر + ر + گ (مس + مس ر)$$

اسی طرح سے دوسرے ستارہ کے لیے

$$۱۸۰ - ۲ \text{ عرض بلد} = ر + ر + گ (مس + مس ر)$$

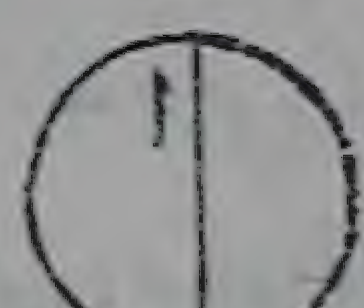
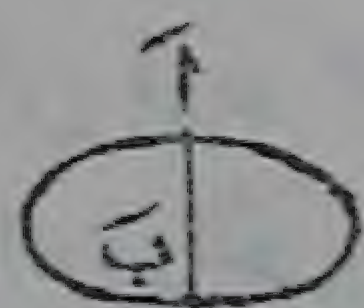
$$\text{نک} = \frac{ر + ر + گ (مس + مس ر)}{ر + ر + گ (مس + مس ر)} = \frac{ر + ر + گ (مس + مس ر)}{ر + ر + گ (مس + مس ر)}$$

$$\text{نک} = \frac{مس + مس ر - مس ر - مس ر}{ر + ر + گ (مس + مس ر)} = \frac{مس + مس ر - مس ر - مس ر}{ر + ر + گ (مس + مس ر)}$$

$$ر + ر + گ (مس + مس ر)$$

$$\text{نک} = \frac{مس + مس ر - مس ر - مس ر}{ر + ر + گ (مس + مس ر)}$$

گ کی قیمت اس طرح معلوم کر لینے کے بعد اس قیمت کو اوپر کی ایک مساوات میں مندرج کرنے سے ہمیں مقام کا عرض بلد معلوم ہو سکتا ہے۔



افق

شکل ۲۶

۴۴ - انعطاف کا ایک

عجیب نتیجہ یہ ہے کہ جب سورج اور چاند افق کے قریب پہنچتے ہیں تو ان کی شکل قطع ناقص کے مانند نظر آتی ہے۔

اس منظر کی وجہ یہ ہے کہ نیچے کا کنارہ اُفق کے زیادہ قریب ہونے کی وجہ سے انعطاف کے ذریعہ اوپر کے کنارہ کی نسبت زیادہ اٹھا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ پس انتصابی قطر اب چھوٹا ہو کر اب کی طرح دکھائی دیگا اور اُفق قطروہی رہیگا۔

جب سورج اور چاند اُفق کے قریب ہوں تو ان کے انتصابی قطروں میں یہ ظاہری کمی پورے قطر کے تقریباً $\frac{1}{4}$ ویں حصہ کے مساوی ہوتی ہے یعنی تقریباً $\frac{1}{4}$ کے قریب ہوتی ہے۔

مشقیں

۱۔ ایک ستارہ کا ظاہری راسی فاصلہ 30° ہے، اگر انعطاف کی قدر $58.52''$ ہو تو اس کا اصلی راسی فاصلہ معلوم کرو۔

یہاں انعطاف = $58.52''$ مس 30°

$$33.54'' = \frac{1}{34} \times 58.52'' =$$

\therefore اصلی راسی فاصلہ = $30^\circ - 33.54''$

۲۔ ایک ستارہ کا ظاہری ارتفاع 30° ہے، اگر انعطاف کی قدر $58.52''$ ہو تو اصلی ارتفاع معلوم کرو۔
جواب $29^\circ 58' 19.52''$

۳۔ ایک ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے معلوم ہوا کہ اس کی جیب $\frac{5}{13}$ ہے، یہ مان کر کہ 35° کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار $58.52''$ ہے ستارہ مذکور کا اصلی مقام معلوم کرو۔

یہاں انعطاف = ک مس

لیکن ک = $58.52''$ کیونکہ مس $35^\circ = 1$

اور مس = مم (ارتفاع) = $\frac{12}{5}$

$$\therefore \text{انعطاف} = \frac{12}{5} \times 58.52'' = 1954.2''$$

لہذا اصلی ارتفاع مشاہدہ کردہ ارتفاع سے بقدر $1954.2''$ کم ہے۔

۴۔ ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری ارتفاع 20° اور 30° کے مساوی ہیں اور انعطاف کے لیے متناظر نصیحات $30''$ اور $9''$ ہیں۔ مقام مشاہدہ کا

عرض بلد معلوم کرو۔

جواب - $۲۴^{\circ} ۵۸' ۳۵.۵''$

- ۵۔ انعطاف کے زیر اثر ایک جسم کا ظاہری ارتفاع ϕ ہے، اگر اصلی ارتفاع ϕ ہو تو مساوات $\phi = \phi - ۵۸.۲'' \times \text{مم } \phi$ کو ثابت کرو۔
- ۶۔ ایک مقام پر ایک ابدی الظہور ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے $۳۴^{\circ} ۲۸'$ اور $۲۲^{\circ} ۱۸'$ مشاہدہ کیے گئے ہیں، اگر ان زاویوں کے مماس بالترتیب ۱۵۰۹ اور ۵۴۱ ہوں تو مقام مذکور کا عرض بلد معلوم کرو جب کہ انعطاف کی قدر $۵۸.۲''$ ہو۔

یہاں (بملاحظہ دفعہ ۴) ۲ عرض التمام = $\text{مس} + \text{مس} + \text{ک} (\text{مس} + \text{مس})$

$$\text{یا } ۲ \text{ عرض التمام} = ۳۴^{\circ} ۲۸' + ۲۲^{\circ} ۱۸' + ۵۸.۲'' (۵۴۱ + ۱۵۰۹)$$

$$= ۶۹^{\circ} ۴۶' + ۵۸.۲'' \times ۱۵۵$$

$$= ۶۹^{\circ} ۴۷' ۳۳.۳''$$

$$\therefore \text{عرض التمام} = ۳۴^{\circ} ۵۳' ۴۴.۷''$$

$$\therefore \text{عرض بلد} = ۵۵^{\circ} ۱۶' ۴۴.۷''$$

پانچواں باب

سُورج



۴۴۔ ساکنانِ ارض کے لیے تمام اجرامِ فلکی کی نسبت سورج سب سے زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ اس کی شعاعیں نہ صرف زمین کو بلکہ باقی سیاروں کو بھی روشنی اور گرمی پہنچاتی ہیں، اس کی کشش ان کی حرکتوں پر ضبط قائم رکھتی ہے اور اس کی بدولت یہ اپنے اپنے مداروں پر گردش کرتے رہتے ہیں۔ اس لیے یہ مقامِ تعجب نہیں کہ نہایت قدیم زمانہ سے سورج کی شاندار ہستی امورِ ارضی پر اپنے نہایت وسیع اثرات کی بدولت اہل زمین کے لیے موجبِ تحریف و تعظیم رہی ہے۔

سورج ایک نہایت درجہ کا گرم اور روشن جرم ہے اور اس کا فاصلہ زمین سے تقریباً ۹۲۴۰۰۰۰۰ میل ہے۔ خردہ پیمائش کے ذریعہ پیمائش کرنے سے اس زاویہ کی قیمت جو اس کے قرص کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے بالا وسط ۳۲ نکلتی ہے۔ اس کی مدد سے سورج کا قطر میلوں میں اس طرح محسوب ہو سکتا ہے۔

$$\frac{ق}{۹۲۴۰۰۰۰۰} = \frac{۶۰ \times ۳۲}{۲۰۶۲۶۵}$$

اس سے ہمیں سورج کے قطر کی قیمت تقریباً ۸۶۰۰۰۰ میل حاصل ہوتی ہے جو زمین کے قطر کی تقریباً ۱۱۰ گنی ہے۔

چونکہ دو کُروں کے حجم اُن کے قطروں کے مکعبوں کے متناسب ہوتے ہیں، اس لیے سورج کا حجم = (۱۱۰)³ × زمین کا حجم

$$= ۱۳۳۱۰۰۰ \times \text{زمین کا حجم}$$

گویا اگر زمین کی جسامت کے ۱۳۳۱۰۰۰ کروڑوں کو پگھلا کر ایک کرہ تیار کیا جائے تو موخر الذکر کرہ کا حجم تقریباً سورج کے حجم کے مساوی ہوگا۔
مگر سورج کی کثافت اس کی طبعی حالت کی وجہ سے زمین کی کثافت کا تقریباً ایک چوتھائی ہے جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ سورج کی کمیت زمین کی کمیت کی تقریباً ۳۳۳۰۰۰ گنی ہے۔

سُورج کی ظاہری یومیہ اور سالانہ گردشیں

۵۴ - باب اول میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ دیگر اجرام فلکی کی طرح سُورج بھی مشرق سے مغرب کی طرف ایک ظاہری اور نسبتاً تیز یومیہ گردش رکھتا ہے، اس گردش کے علاوہ وہ مغرب سے مشرق کی طرف ثابت ستاروں میں ایک اور گردش بھی رکھتا ہے جس کی شرح تقریباً ۱° فی یوم کے مساوی ہے، اس موخر الذکر گردش کی تکمیل ایک سال میں ہوتی ہے۔ صعودِ مستقیم کی ۱° اوسط روزانہ کی تبدیلی، وقت کے تقریباً ۴ منٹوں کے مساوی ہوتی ہے کیونکہ ۵° تقریباً ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں۔ پس اوسط شمسی دن کو کبھی دن سے بقدر تقریباً ۴ منٹ کے بڑا ہوتا ہے۔

باب دوم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ گردش درحقیقت زمین کے اپنے محور کے گرد گردش کرنے پر مبنی ہے۔

اب ہم یہ بتائینگے کہ طریق الشمس پر سُورج کی یہ سالانہ گردش بھی دراصل سُورج کے گرد ایک مدار پر زمین کے حرکت کرنے پر مبنی ہے۔

ثوابت کے درمیان سُورج کے مقام میں جو بتدریج تبدیلی ہوتی رہتی ہے اس کی وجہ سے دورانِ سال میں کسی خاص ساعت پر افلاک کے منظر میں بھی بتدریج تغیر ہوتا رہتا ہے مثلاً وہ ستارے اور صُورِ سماوی جو انگلستان میں موسمِ سرما میں رات کے ۱۱ بجے نظر آتے ہیں جیسے شعراۓ یمانی، دبران، ثریا، جبار وغیرہ گرما میں اسی ساعت پر اُفق سے نیچے ہونگے اور نظر نہیں آئینگے۔ اس کی توجیہ کوئی مشکل امر نہیں ہے اگر ہم یہ ملحوظِ خاطر رکھیں کہ رات کے ۱۱ بجے سے مراد سورج کے نصف النہار میں سے

گزرنے کے اگھٹنے بعد کا وقت ہے، پس اگر مسلسل راتوں کو ایک ہی ساعت میں کسی ستارہ کو مشاہدہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اس کا مقام بلحاظ اُفق کے اور بلحاظ نصف النہار کے بدلتا رہتا ہے۔

کرہ سماوی پر سُورج کے سالانہ راستہ کو مرتسم کرنا

۶۔ سُورج کی نہایت تیز چمک کی وجہ سے رصدگاہ میں بھی اس کے قرص کے قریب کے ستاروں کو مشاہدہ نہیں کیا جاسکتا اور بنا بریں ان کے لحاظ سے اس کے مقام کو راست طور پر نہیں ناپا جاسکتا۔ اس صورت میں طریق الشمس کے مرتسم کرنے کے لیے ہمیں کیا کرنا چاہیے چونکہ زمانہ سلف کے ہیئت دان زیادہ صحت اور باریکی کے آلات سے محروم تھے اس لیے اُن کے لیے یہ مسئلہ فی الحقیقت بڑا مشکل تھا۔ ہپارکس (۱۶۰ قبل از مسیح) نے دن کے وقت سورج کا مقام بلحاظ چاند کے مقام کے معلوم کیا اور پھر رات کے وقت چاند کے مقام کو ثابت ستاروں میں معلوم کر کے اس سے سُورج کا مقام مستنبط کیا۔ لیکن زمانہ حال کی رصدگاہ میں دائرہ مُرور اور ہینٹی گھڑی کی مدد سے ہم سُورج کے مرکز کا صعودِ مستقیم اور میل معلوم کر سکتے ہیں جس سے ہم کرہ سماوی پر ثابت ستاروں میں سُورج کے مقام کا تعین کر سکتے ہیں۔ ہر روز دوپہر کے وقت ان مشاہدات کو دہرانے سے اس کا سالانہ راستہ مرتسم ہو سکتا ہے۔

اس طرح کرہ سماوی پر طریق الشمس کا نقشہ کھینچنے سے معلوم ہوگا کہ یہ ایک دائرہ کبیر ہے یعنی اس کی سطح مستوی زمین میں سے گزرتی ہے جو اس کے مرکز پر واقع ہے۔ لیکن صرف اس بنا پر کہ اس راستہ کا ظل خیالی کرہ سماوی پر ایک دائرہ ہوتا ہے ہمیں ہرگز گمان نہ کرنا چاہیے کہ سُورج کی سالانہ گردش کی یہ توجہ ہے کہ وہ زمین کے گرد دائرے میں گردش کرتا ہے۔ کیونکہ اگر سُورج ایک دائرہ پر حرکت کرتا اور زمین اس دائرہ کے مرکز پر ہوتی تو اس کا لازمی نتیجہ یہ ہوتا کہ اس کے قرص کے محاذی زمین پر ہمیشہ ایک ہی زاویہ بنتا بشرطیکہ خود سُورج کے حجم میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ یہ زاویہ ہمیشہ وہی نہیں رہتا بلکہ اس میں اثنائے سال میں مسلسل تغیرات کا ایک دور واقع ہوتا رہتا ہے، اس کی بڑی سے بڑی

قیمت ۳۱ دسمبر کو ۳۶ ۳۲ ہوتی ہے اور چھوٹی سے چھوٹی قیمت یکم جولائی کو ۳۲ ۳۱ ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ سُورج ۳۱ دسمبر کو زمین کے قریب ترین ہوتا ہے اور یکم جولائی کو بعید ترین لیکن فرق کچھ زیادہ نہیں ہوتا۔ اس سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر سُورج زمین کے گرد گردش کرتا ہے تو اس کا راستہ مکمل طور پر نہیں لیکن تقریباً مستدیر ہے۔

زمین کی حرکت کی وجہ سے سُورج کی ظاہری سالانہ گردش

۴۴۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ طریق شمس پر سُورج کی ظاہری سالانہ گردش اور موسموں کی تبدیلیاں صرف اسی مفروضہ کی بنا پر سمجھائی جاسکتی ہیں کہ زمین سُورج کے گرد اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے اور یہ گردش ایک سال میں پوری ہوتی ہے اس لیے ہم ذیل کے دو مفروضات میں سے کسی ایک کو مان سکتے ہیں۔

(۱) یا سُورج زمین کے گرد حرکت کرتا ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے یا زمین سُورج کے گرد گھومتی ہے اور اس کا مدار تقریباً مستدیر ہے۔

امور ذیل پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ صرف موخر الذکر مفروضہ ہی قابل تسلیم ہے۔

(۱) یہ معلوم ہے (دیکھو باب ششم) کہ سیارے جو غیر شفاف اجرام ہیں اور زمین کی طرح سُورج سے ہی نور اور حرارت کسب کرتے ہیں وہ سب کے سب سُورج کے گرد حرکت کرتے ہیں اور ان کے مدار تقریباً مستدیر ہیں۔ یہ بھی معلوم ہے کہ ان میں سے بعض زمین سے بڑے اور بعض زمین سے چھوٹے ہیں، بعض سُورج سے زیادہ فاصلہ پر ہیں اور بعض کم فاصلہ پر، نیز زمین کی دوری مدت (۱ ۳۶۵ دن) اور سُورج سے اس کا اوسط فاصلہ (۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل) دونوں کیلبر کے تیسرے کلیہ کو پورا کرتے ہیں (دیکھو باب ششم) جس کی رُو سے سیاروں کی دوری مدتوں کے مربعے ایسے بدلتے ہیں جیسے سُورج سے ان کے اوسط فاصلوں کے مکعب، اب ہم موافقت حالات کی بنا پر استدلال کر سکتے ہیں کہ زمین بھی باقی سیاروں کی طرح سُورج کے گرد گھومتی ہے۔

(۲) علم حرکت کے اصولوں کی رُو سے ہمیں معلوم ہے کہ سُورج، زمین اور سیارے ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اور اس کشش کی وجہ سے یا ان کو ایک دوسرے سے آگے چاہیے یا پورے نظام کے مشترک مرکز ثقل کے گرد گھومنا چاہیے۔ لیکن اکیلے سُورج کی کمیت باقی سب سیاروں کی مجموعی کمیت سے بھی بہت زیادہ ہے اس لیے سب کا مشترک مرکز ثقل سُورج کے اندر ایک نقطہ ہے جو سُورج کے مرکز سے کچھ زیادہ فاصلہ پر نہیں ہے، لہذا زمین اور دیگر سیاروں کو لازماً اس نقطہ کے گرد گردش کرنا چاہیے۔

(۳) ثابت ستاروں (باب ہشتم) کے نور کی ضلالت کی توجیہ سوائے اس مفروضہ کی بنا پر کہ زمین سُورج کے گرد گھومتی ہے اور کسی طرح نہیں کی جاسکتی۔

زمین کے محور کی متوازییت

۴۸۔ ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اگرچہ زمین سُورج کے گرد گھومتی ہے لیکن قطب سماوی کا مقام ستاروں کے لحاظ سے دورانِ سال میں تقریباً مستقل رہتا ہے۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ زمین کا محور ہمیشہ ایک ہی سمت میں یعنی اپنے متوازی رہتا ہے جب کہ زمین سُورج کے گرد حرکت کرتی ہے۔

چونکہ طریق شمس کی سطح مستوی یا بالفاظِ دیگر زمین کے مدار کی سطح مستوی خط استوا کے ساتھ $23^{\circ} 28'$ کا زاویہ بناتی ہے اس لیے زمین کا محور جو استوا پر عمود ہوتا ہے اس کے مدار کی سطح مستوی کے ساتھ $23^{\circ} 28'$ کے متمم کے برابر یعنی $66^{\circ} 32'$ کا زاویہ بناتا ہے۔

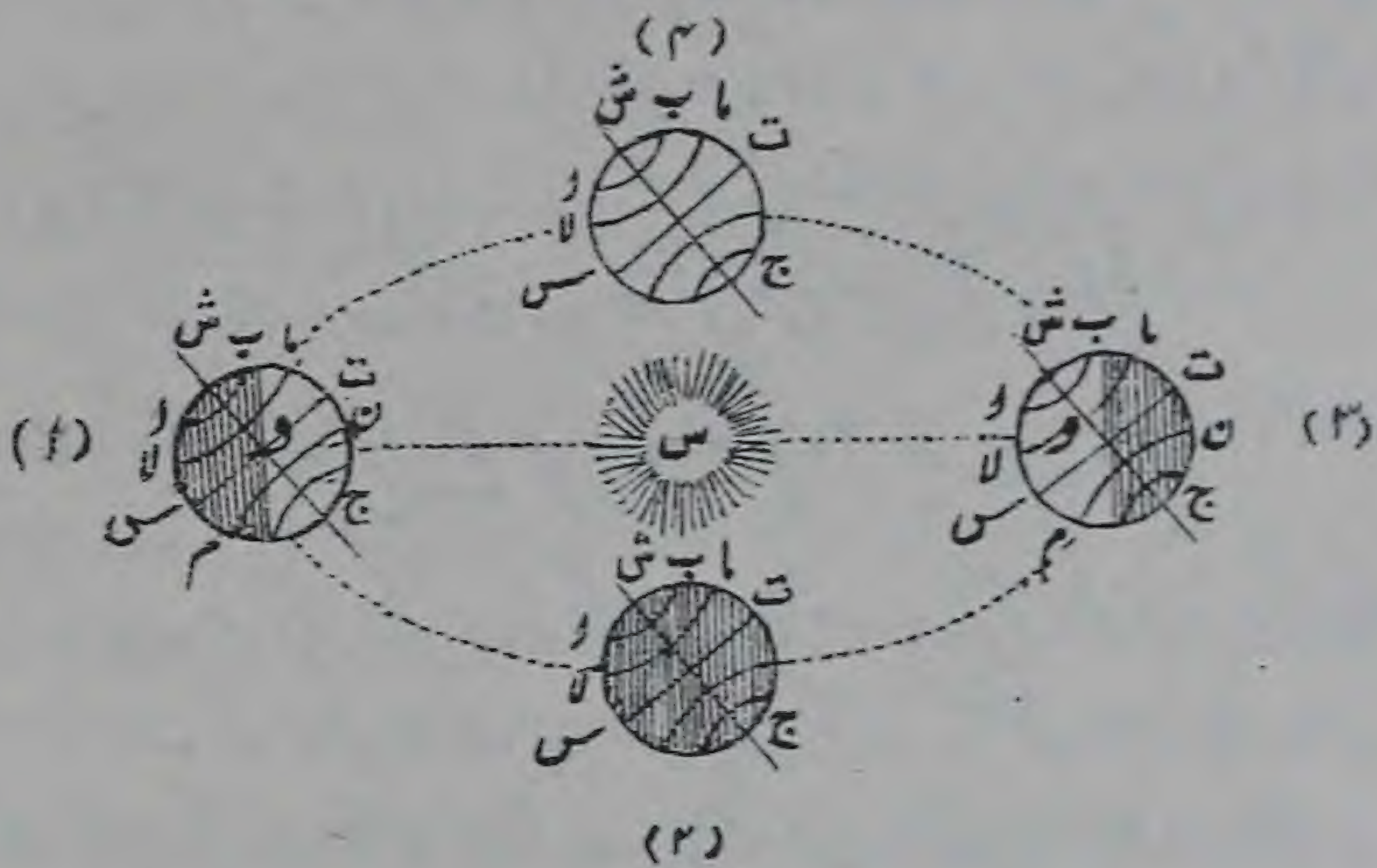
موسم

۴۹۔ موسموں کی تبدیلیاں مدار کی سطح مستوی کے ساتھ زمین کے محور کے اس مستقل میلان پر مبنی ہیں۔

شکل ۱۔ میں سُورج کے گرد زمین کے مدار کی شکل دکھائی گئی ہے، شمس ج زمین کا محور ہے، اور انقلاب گرما و سرما اور اعتدال خریف و ربیع کے لحاظ سے اس کے چار متوازی مقام دکھائے گئے ہیں۔ مسّت استوا ہے، ارب اور ج و بالترتیب بارہ شمالی اور بارہ جنوبی کے دائرے ہیں، و زمین کا مرکز ہے اور مس سُورج ہے۔

محل (۱) انقلاب سرما (شکل کی بائیں جانب)

اس سے زمین کا وہ محل تعبیر ہوتا ہے جب اس کے محور کا شمالی حصہ سُورج کے سامنے نہیں ہوتا یعنی جب \angle ش و س بڑے سے بڑا ہوتا ہے، یہ ۲۱ دسمبر کو واقع ہوتا ہے جب کہ سُورج انتصاباً خط جدی م ن پر ہوتا ہے۔



شکل ۲۷

چونکہ زاویہ ب و س = 90° اس لیے زاویہ ش و س = $90^\circ + 32^\circ = 122^\circ$ اگر کوئی شخص قطب شمالی پر کھڑا ہو تو اس کے لیے یہ وقت چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا کیونکہ شکل کو دیکھنے سے ظاہر ہے کہ زمین کی محوری گردش سے اس پر کا کوئی مقام جس کا فاصلہ ش سے 122° سے زیادہ نہ ہو سُورج کے سامنے نہ آئیگا۔ اگر ہم ش سے 122° کے فاصلہ پر ایک صغیر دائرہ کھینچیں جو عین روشنی اور تاریکی کی حد فاصل تک پہنچتا ہو تو یہ دائرہ، دائرہ باردہ شمالی پر منطبق ہوگا۔ قطب جنوبی کے گرد صورت حال اس کے عین برعکس ہوگی اور یہاں اس وقت چھ ماہ لمبے دن کا عین وسط ہوگا اور اگر کوئی شخص منطقہ باردہ شمالی میں کھڑا ہو تو اس کے لیے بعد مرور ۱۲ بجنے پر بھی سُورج غروب نہ ہوگا۔

محل (۲) انقلاب گرما (شکل کی دائیں جانب)

یہاں حالات بالکل برعکس ہونگے۔ زمین کا قطب شمالی سُورج کے رخ پر ہوگا

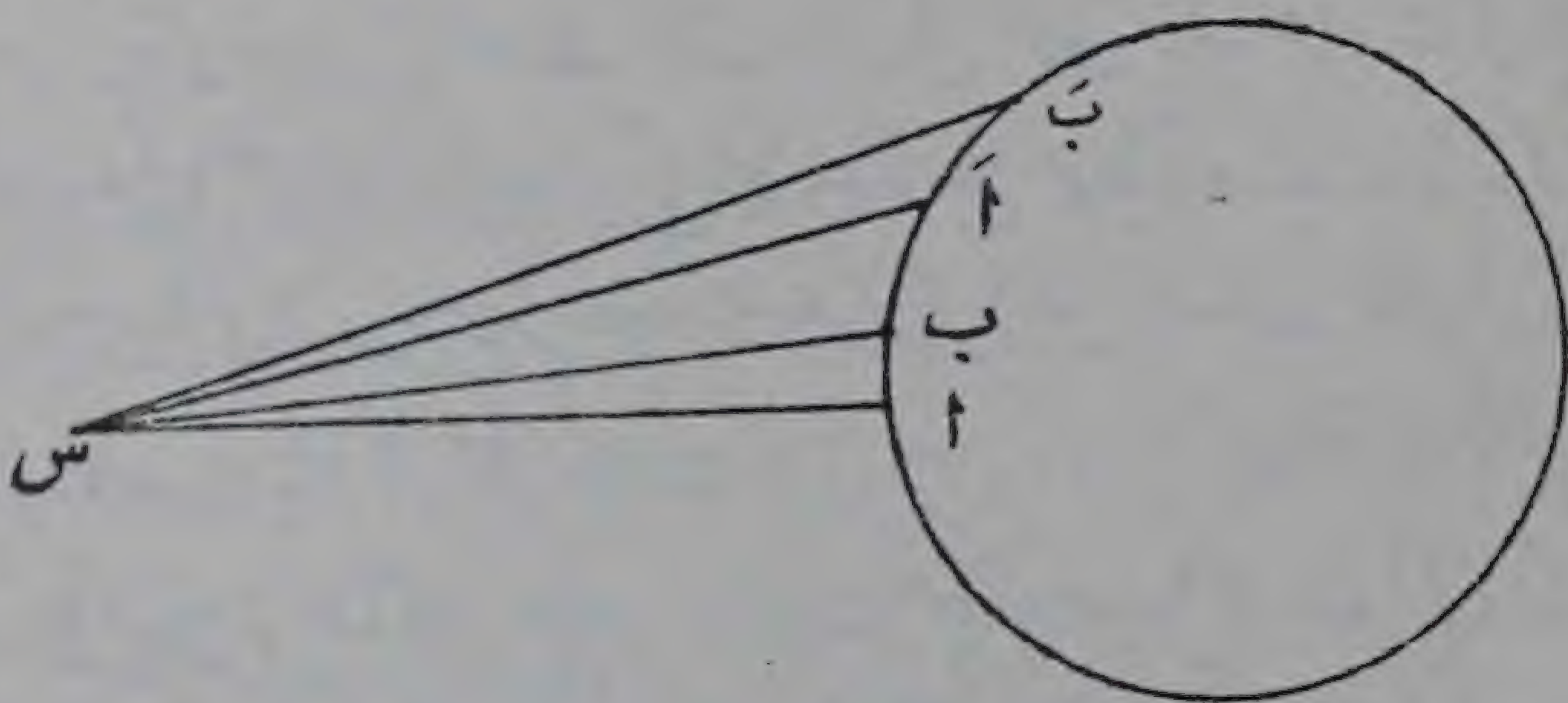
اور زاویہ شمس کی قیمت چھوٹی سے چھوٹی یعنی $90^\circ - 23^\circ 28' = 66^\circ 32'$ کے مساوی ہوگی۔ اس صورت میں سُورج خطِ سرطان لا ما پر عمود ہوگا اور اس وقت قطبِ شمالی پر چھ ماہ کے طویل دن کا وسط اور قطبِ جنوبی پر چھ ماہ کی طویل رات کا وسط ہوگا۔

محل (۲) و (۴)

یہ دونوں محل درمیانی وقفوں کے وسط میں زمین کے اُن دو مقاموں کو ظاہر کرتے ہیں جب کہ استوا کی سطح مستوی سُورج میں سے گزرتی ہے، لہذا ان اوقات میں سُورج استوائی سماوی پر کسی نہ کسی اعتدالی نقطہ پر ہوتا ہے پس یہاں زاویہ شمس $= 90^\circ$ لہذا روشنی اور تاریکی کی حد فاصل زمین کے قطبوں میں سے گزرتی ہے اور تمام زمین پر دن اور رات مساوی طول کے ہوتے ہیں، اس لیے ان وقتوں کو اعتدالِ لیل و نہار کہتے ہیں، محل (۲) پر اعتدالِ ربیع اور محل (۴) پر اعتدالِ خریف ہوتا ہے۔

مقدار حرارت جو سُورج سے روزانہ حاصل ہوتی ہے

۵۰۔ موسم سرما کی نسبت موسم گرما میں ہر روز سُورج سے حرارت کی بالا وسط زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے۔ اس کے دو وجوہ ہیں: (۱) سُورج موسم سرما کی نسبت گرما میں زیادہ عرصہ اُفق کے اوپر رہتا ہے اور (۲) وہ سرما کی نسبت گرما میں زیادہ نصف النہاری ارتفاع پر ہوتا ہے۔ لیکن اس کی کیا وجہ ہے کہ جب سُورج کا نصف النہاری ارتفاع زیادہ ہو تو ہمیں حرارت کی زیادہ مقدار حاصل ہوتی ہے بہ نسبت اس صورت کے جب کہ وہ اُفق کے زیادہ قریب ہو۔



کیا یہ کہنا درست ہے کہ وہ اس وقت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے؟ نہیں بلکہ وہ دوپہر کے وقت جب کہ اس کی شعاعیں گرم ہوتی ہیں عملاً اتنے ہی فاصلہ پر ہوتا ہے جتنے فاصلہ پر کہ وہ غروب کے وقت ہوتا ہے جب کہ اس سے بظاہر بہت کم حرارت حاصل ہوتی ہے، مزید براں ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ وہ وسط سہرا کو وسط گرما کی نسبت ہمارے زیادہ نزدیک ہوتا ہے۔ اس کی اصلی وجہ یہ ہے کہ جب سورج آسمان پر زیادہ ارتفاع پر ہوتا ہے تو اس کی شعاعیں زمین پر سیدھی پڑتی ہیں اور برعکس اس کے جب وہ افق کے زیادہ قریب ہو تو اس کی شعاعیں زمین پر ترچھی پڑتی ہیں۔ اب اس کا سبب ہے کہ دوسری صورت کی نسبت پہلی صورت میں اس کی شعاعوں سے زیادہ حرارت پہنچتی ہے، یہ بات شکل ۲۸ پر غور کرنے سے واضح ہو جائیگی۔ فرض کرو کہ اس سورج کا کوئی نقطہ ہے اور اس میں اب،

س اب دو مخروط ہیں جن کے سر کے راسی زاویے مساوی ہیں، ان میں سے پہلا مخروط سطح زمین پر سیدھا پڑتا ہے اور دوسرا ترچھا، تب اگر کوئی شخص رقبہ اب کے اندر کھڑا ہو تو اس کو سورج اوپر کی طرف دکھائی دے گا لیکن اب کے اندر سے وہ اُسے افق کے نسبت قریب دکھائی دے گا۔

اب چونکہ مخروطوں کے راسی زاویے مساوی ہیں اس لیے ہم فرض کر سکتے ہیں کہ نقطہ س سے حرارت کا اشعاع مساوی مقداروں میں ہوتا ہے اور بناؤ علیہ رقبے اب اور اب دونوں حرارت کی مساوی مقداریں حاصل کرتے ہیں، لیکن رقبہ اب جو مخروط کی ترچھی تراش سے حاصل ہوتا ہے اب سے جو سیدھی تراش سے حاصل ہوتا ہے بڑا ہے، اب چونکہ حرارت کی مساوی مقداریں دونوں رقبوں پر منقسم ہوتی ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ اب کی نسبت اب میں فی اکائی رقبہ حرارت کی مقدار کم ہوگی۔ اس تشریح سے ذیل کے دونوں امور کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے اولاً یہ کہ سورج سے حاصل کردہ حرارت کی اوسط یومیہ حرارت موسم گرما میں بہ نسبت موسم سرما کے کیوں زیادہ ہوتی ہے اور دوسرے یہ کہ اگر باقی حالات وہی رہیں تو دوپہر کے وقت دیگر اوقات کی نسبت سورج کیوں زیادہ گرم معلوم ہوتا ہے معہذا جب سورج افق کے قریب ہوتا ہے تو اس کی شعاعوں کو کرہ ہوائی کی زیادہ موٹائی میں سے گزرنا پڑتا ہے اور بنا بریں کرہ ہوائی میں حرارت کی نسبتاً زیادہ مقدار جذب ہو جاتی ہے جس سے متذکرہ بالا

حرارتوں کا تفاوت اور بھی بڑھ جاتا ہے۔

ان امور کی بنا پر ہمیں یہ توقع ہوتی ہے کہ شمالی عرض بلدوں میں سال بھر میں جون کا مہینہ سب سے گرم اور دسمبر کا مہینہ سب سے زیادہ سرد ہونا چاہیے لیکن عام طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ اوسط تپش جون کی نسبت اگست میں زیادہ اور سردی دسمبر کی نسبت فروری میں زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ زمین موسم سرما میں اپنی جو حرارت خارج کر چکی تھی اُس کو دوبارہ حاصل کرنے کے لیے اسے جون تک کا عرصہ کافی نہیں ہوتا لیکن جون کے بعد کے چند مہینوں میں زمین دن میں جتنی حرارت جذب کرتی ہے رات کے وقت اتنی خارج نہیں کرتی۔ اس طرح سے اوسط تپش میں مسلسل اضافہ ہوتا رہتا ہے تا وقتیکہ چوبیس گھنٹوں میں حرارت کی حاصل شدہ اور خارج شدہ مقداریں باہم مساوی نہ ہو جائیں۔ اسی طرح انقلابِ سرما کے بعد کچھ عرصہ تک زمین حرارت کی جو مقدار دن کے وقت حاصل کرتی ہے اس سے زیادہ رات کے وقت خارج کر دیتی ہے۔ اس لیے اس دوران میں زمین سے حرارت کا اخراج ہوتا رہتا ہے تا وقتیکہ چوبیس گھنٹے میں آمد و خرچ کی مقداریں مساوی نہ ہو جائیں اور جب یہ مساوی ہو جائیگی تو اوسط تپش کا درجہ عموماً پست ترین ہوگا۔ اس سے اس پُرانی کہاوت کی بخوبی توجیہ ہو جاتی ہے کہ ”جوں جوں دن بڑھتا ہے سردی بھی بڑھتی ہے“

یہی وجہ ہے کہ عین دوپہر کا وقت بھی دن کا گرم ترین وقت نہیں ہوتا کیونکہ اس کے بعد بھی کچھ عرصہ تک اکتسابِ حرارت کی شرح اخراجِ حرارت کی نسبت زیادہ رہتی ہے۔ اسی طرح سے رات کا سرد ترین وقت آدھی رات کو نہیں بلکہ اس کے کچھ بعد ہوتا ہے۔

یاد رہے کہ اور بھی بہت سے اسباب ہیں جو کسی مقام کی اوسط تپش پر اثر رکھتے ہیں، مثلاً بادِ صحر، ساحلِ سمندر سے بُعد یا قرب، خلیجی رُو سے قرب، سطحِ سمندر سے بلندی، وغیرہ وغیرہ۔

سُورج کی گردش - سُورج کے دھتے

۱۵۔ اگر سُورج کے قرص کو ایک دُور بین میں سے مشاہدہ کیا جائے تو

ترتیب سے پڑھو، چاہے اس کے ہر باب کی کچھ بھی ہو
تو اس کے ایک ہی باب کے تحت سب کچھ لکھا ہے۔

۱۔ ہر باب کے بارے میں

۱۔ ہر باب کے بارے میں

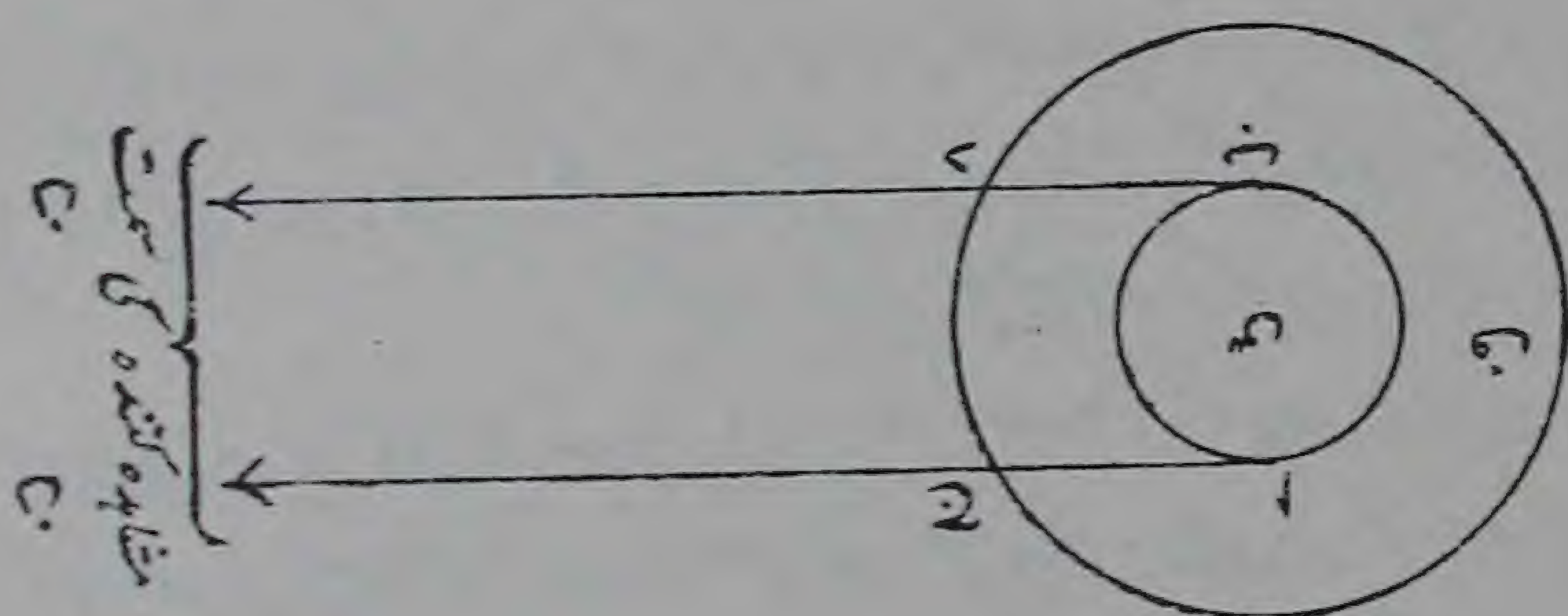
۲۔ ہر باب کے بارے میں
۳۔ ہر باب کے بارے میں
۴۔ ہر باب کے بارے میں
۵۔ ہر باب کے بارے میں
۶۔ ہر باب کے بارے میں
۷۔ ہر باب کے بارے میں
۸۔ ہر باب کے بارے میں
۹۔ ہر باب کے بارے میں
۱۰۔ ہر باب کے بارے میں

۱۱۔ ہر باب کے بارے میں
۱۲۔ ہر باب کے بارے میں
۱۳۔ ہر باب کے بارے میں
۱۴۔ ہر باب کے بارے میں
۱۵۔ ہر باب کے بارے میں
۱۶۔ ہر باب کے بارے میں
۱۷۔ ہر باب کے بارے میں
۱۸۔ ہر باب کے بارے میں
۱۹۔ ہر باب کے بارے میں
۲۰۔ ہر باب کے بارے میں

۲۱۔ ہر باب کے بارے میں
۲۲۔ ہر باب کے بارے میں
۲۳۔ ہر باب کے بارے میں
۲۴۔ ہر باب کے بارے میں
۲۵۔ ہر باب کے بارے میں
۲۶۔ ہر باب کے بارے میں
۲۷۔ ہر باب کے بارے میں
۲۸۔ ہر باب کے بارے میں
۲۹۔ ہر باب کے بارے میں
۳۰۔ ہر باب کے بارے میں

[illegible]

۱۲۹



-> ایک سنجیدہ

[illegible]

:- کہ شیخہ نے نہایت سزا بہ سزا

[illegible]

ہوتی ہے کیونکہ اس کے تمام قطر جو مختلف سمتوں میں خروہ پہا کے ذریعہ ناپے جائیں ہمیشہ مساوی ہوتے ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ سُورج ایک کرہ ہے کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ سوائے کرہ کے کوئی جسم بھی ایسا نہیں جو اس طرح گھومے جیسے سُورج گھومتا ہے اور ہمیشہ مستدیر رُخ پیش کرے۔

شفق

۵۳۔ ہم دیکھتے ہیں کہ غروب کے بعد پوری تاریکی چھا جانے کے لیے کچھ عرصہ درکار ہوتا ہے، اس عرصہ کو شفق کہتے ہیں۔ طلوع سے پہلے بھی اسی قسم کا کچھ وقفہ ہوتا ہے اس وقفہ کو صبح صادق کہتے ہیں۔ شفق سُورج کی شعاعوں کے بے ربط انعکاس سے پیدا ہوتی ہے جب کہ یہ شعاعیں کرہ ہوائی کی اوپر کی تہوں سے منعکس ہوتی ہیں جب سُورج غروب ہو جاتا ہے تو اس کی شعاعیں زمین کے انحناء کی وجہ سے ہم تک راست نہیں پہنچتیں لیکن کرہ ہوائی یا اُن ذرات سے جو اس میں آویزاں ہوتے ہیں ٹکرا کر ہماری طرف منعکس ہوتی ہیں۔

جب چھٹے درجہ کے چھوٹے ستارے اس میں نظر آنے لگتے ہیں تو کہا جاتا ہے کہ شفق ختم ہو گئی۔ اس میں کلام نہیں کہ کرہ ہوائی کے حالات سے اس وقفہ کے طول میں جو غروب کے بعد مذکورہ بالا ستاروں کے دکھائی دینے تک گزرتا ہے بہت کچھ تغیر ہوتا رہتا ہے لیکن بالعموم چھٹے درجہ کے ستارے اُس وقت دکھائی دینے لگتے ہیں جب کہ اُفق کے نیچے سُورج کا عمودی فاصلہ ۱۸° سے زیادہ ہو جاتا ہے۔

پس شفق ختم ہو جاتی ہے جب کہ سُورج کا عمودی فاصلہ اُفق کے نیچے ۱۸° سے زیادہ ہو جائے۔ قلیل ترین شفق استوا پر ہوتی ہے۔ اگر طالب علم کرہ ہوائی (دفعہ ۲۰) کے نقشہ کو ملاحظہ کرے اور مشاہدہ کنندہ کو خط استوا پر کھڑا ہوا تصور کرے تو اُسے اس کے سمجھنے میں کوئی دقت نہ ہوگی۔ سُورج کا یومیہ راستہ اس جگہ اُفق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے اس لیے اس کو اُفق کے نیچے ۱۸° تک پہنچنے میں بہت کم وقت لگتا ہے۔ اس کے برعکس اگر کوئی شخص انگلستان میں مشاہدہ کرتا ہو تو سُورج غروب ہوتے وقت اُفق کو زاویہ حادہ پر قطع کریگا اور جوں جوں ہم شمال کی طرف جائیں زاویہ زیادہ چھوٹا ہوتا جائیگا۔ اس لیے اُسے اُفق کے نیچے ۱۸° کی عمودی گہرائی پر پہنچنے کے لیے نسبتاً زیادہ

فاصلہ طے کرنا پڑیگا اور بناءً علیہ زیادہ وقت درکار ہوگا۔

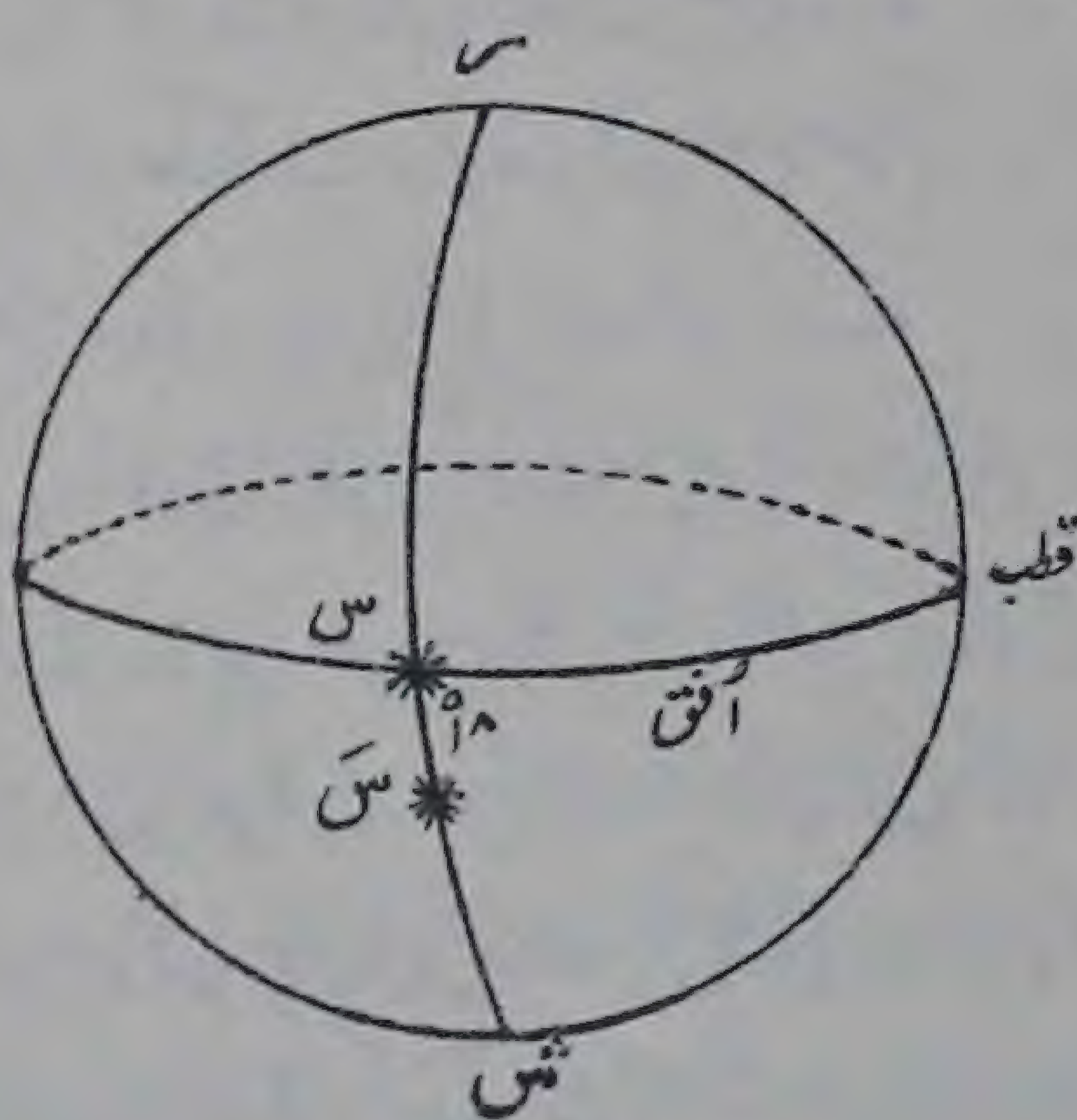
۵۴۔ قطب شمالی اور قطب جنوبی پر شفق — ہم باب دوم میں

دیکھ چکے ہیں کہ قطب شمالی پر سُورج چھ مہینے اُفق کے نیچے رہتا ہے یعنی ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک لیکن وہ اس اثنا میں کبھی اُفق کے نیچے بہت زیادہ عمودی فاصلہ پر نہیں جاتا، اس کی بڑی سے بڑی گہرائی ۲۳° ۲۸' ہوتی ہے جس پر وہ ۲۱ دسمبر کو پہنچتا ہے۔ اس لیے اس چھ مہینے کی رات کا زیادہ حصہ شفق ہوتی ہے کیونکہ مطلق تاریکی اُس وقت تک نہیں ہوتی جب تک کہ سورج اُفق کے نیچے ۱۸° کے اندر رہتا ہے لیکن ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ شفق کا وقفہ اُس چھ مہینے کی رات کی اتنی ہی کسر ہوگی جتنی کہ ۱۸°، ۲۳° ۲۸' کی کسر ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سورج کے میل میں جو تبدیلی ہوتی ہے وہ یکساں نہیں ہوتی۔ لیکن اگر اس کو درست تسلیم کر لیا جائے تو چھ مہینے کی رات میں سے تقریباً ۴ مہینے شفق کے ہونگے یعنی ۲ ماہ ۲۳ ستمبر کے بعد اور ۲ ماہ ۲۱ مارچ سے پہلے۔

ظاہر ہے کہ یہ کلمات قطب جنوبی پر بھی صادق آئینگے جس اثنا میں سورج وہاں اُفق کے نیچے رہے یعنی ۲۱ مارچ سے ۲۳ ستمبر تک۔

جب سُورج اعتدالین پر ہو تو خط استوا پر شفق کا وقفہ

۵۵۔ جب سُورج اعتدالین پر ہو تو اس کا یومیہ راستہ تقریباً استوائی سماوی پر



منطبق ہوتا ہے اور اگر کوئی شخص زمین کے خط استوا پر کھڑا ہو تو اُسے یہ راستہ نقطہ را اور نظیر میں سے گزرتا ہوا اور اس کے اُفق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہوا معلوم ہوگا۔ فرض کرو کہ اس بوقت غروب سُورج کو تعبیر کرتا ہے (دیکھو شکل ۳)۔ اور شفق کے اختتام پر سُورج کا مقام س ہے۔

اب ہمیں یہ معلوم کرنا ہے کہ

اُسے اپنے یومیہ راستہ کے حصہ سے $س$ یعنی ۱۸° کے طے کرنے میں کتنا وقت درکار ہوتا ہے۔

چونکہ ۳۶۰° میں سے گزرنے میں ۲۴ گھنٹے صرف ہوتے ہیں
 $\therefore ۳۶۰ : ۱۸ :: ۲۴ : ۱۱$ گھنٹے : لا

$$\therefore ۱۱ = \frac{۲۴ \times ۱۸}{۳۶۰} = ۱ \frac{۱}{۵} \text{ گھنٹے} = ۱۲ \text{ منٹ}$$

۵۶۔ کسی مقام پر شفق کے وقفہ کو محسوب کرنے کے لیے ہمیں دو کروی مثلث

حل کرنے پڑتے ہیں جن میں سے ہر ایک کے تین تین اضلاع معلوم ہوں۔

فرض کرو کہ غروب کے وقت سورج کا مقام $س$ پر ہے اور اختتام شفق پر اس کا

مقام $س$ ہے۔ کبیر دائروں کی چار قوسوں کے ذریعہ $س$ اور $س$ کو نقطہ راس اور قطب سے ملاؤ۔

اب مثلث $س ق س$ کے اضلاع معلوم ہیں کیونکہ $س ق = ۹۰^\circ$ ۔ عرض بلد = عرض التمام

$س س = ۱۸^\circ + ۹۰^\circ = ۱۰۸^\circ$ کیونکہ

$س$ افق سے ۱۸° نیچے ہے اور $ق س$

$= ق لا - س لا = ۹۰^\circ$ ۔ سورج کا

میل، لیکن سال بھر کے ہر ایک دن

کے لیے سورج کا میل بحری جنتری سے

معلوم ہو سکتا ہے۔ لہذا $ق س$ معلوم

ہو سکتا ہے۔ اس طرح مثلث کے

تینوں اضلاع معلوم ہو گئے، پس مثلث کو

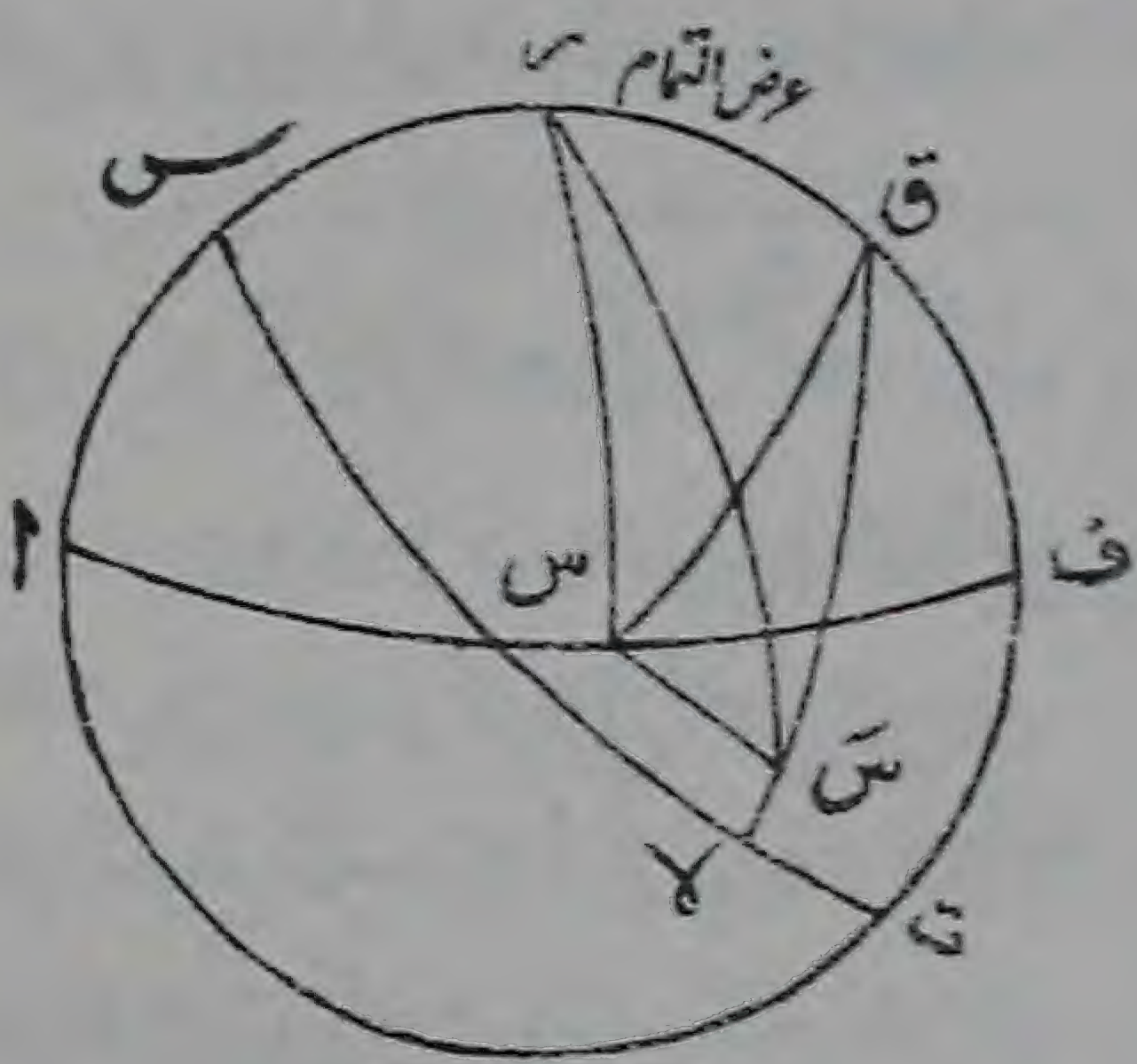
حل کرنے سے ہم زاویہ $س ق س$ معلوم کر سکتے ہیں جو شفق کے اختتام پر سورج کا ساعتی زاویہ ہے۔

اسی طرح سے مثلث $س ق س$ کے اضلاع معلوم ہو سکتے ہیں اور اس کو حل کرنے سے

زاویہ $س ق س$ کی قیمت نکل سکتی ہے جو بوقت غروب سورج کا ساعتی زاویہ ہے۔ ان دونوں

زاویوں کو تفریق کرنے سے زاویہ $س ق س$ نکل آتا ہے جو شفق کے وقفہ کی پیمائش ہے۔

اس کو ۳۶۰ درجوں کے لیے ۲۴ گھنٹے یا ۱۵° کے لیے ایک گھنٹہ کی شرح سے وقت میں تبدیل



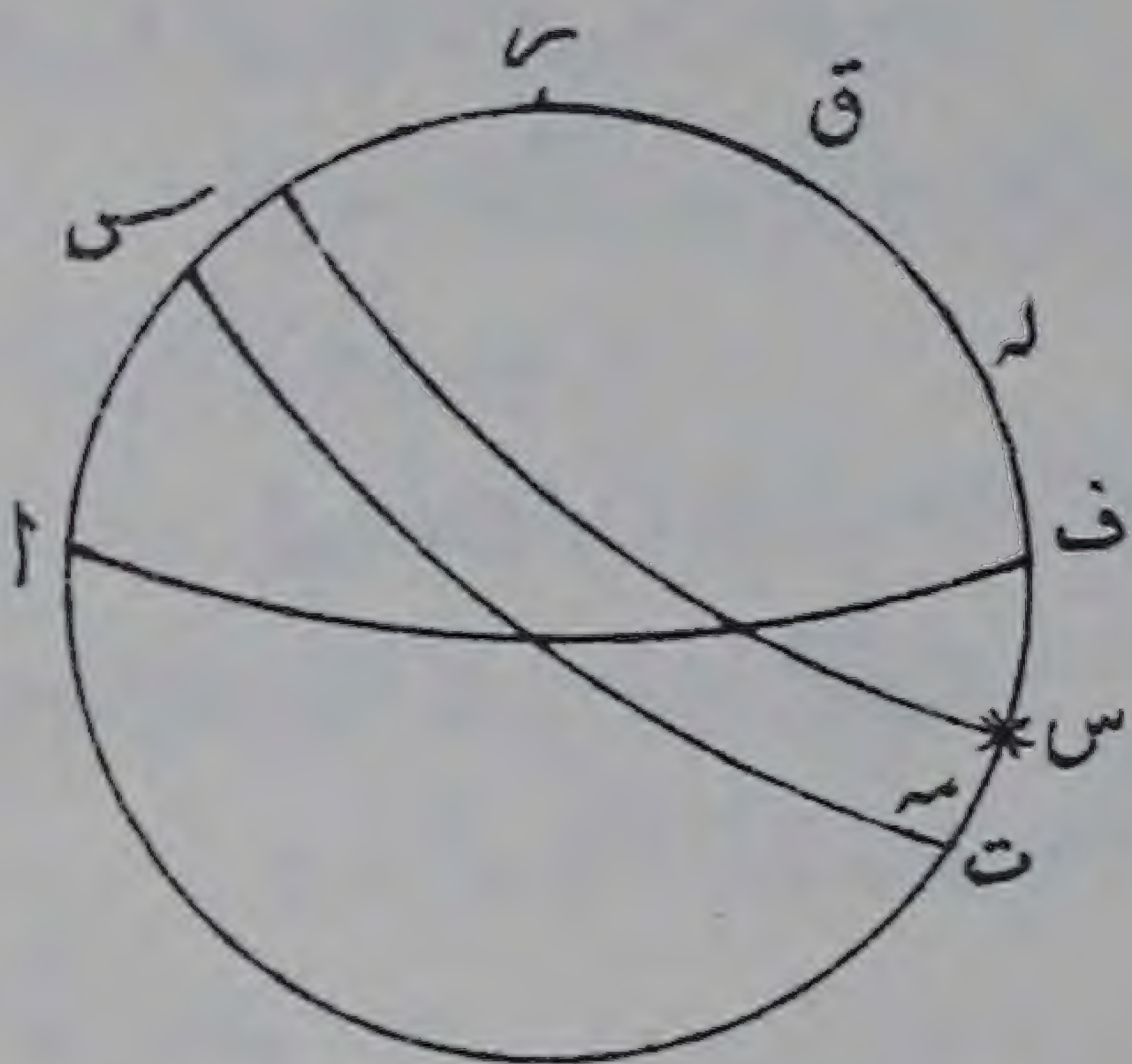
شکل ۳۱

کرنے سے ہمیں شفق کا وقفہ حاصل ہوتا ہے۔

ظاہر ہے کہ کسی مقام پر شفق کا وقفہ مقام مذکور کے عرض بلد اور سورج کے میل پر منحصر ہوتا ہے کیونکہ اوپر کے کروی مثلثوں کے حل کرنے میں یہی دو مقداریں شامل ہوتی ہیں یعنی یہ اس پر موقوف ہے کہ مشاہدہ کنندہ زمین کے کس حصہ پر کھڑا ہے مزید برآں ایک ہی مقام پر یہ وقفہ موسم کے لحاظ سے بدلتا رہتا ہے۔

۵۷۔ ظاہر ہے کہ استوا پر یا اس کے قرب میں جہاں سورج کا یومیہ راستہ افق کو زاویہ قائمہ پر قطع کرتا ہے شفق تمام رات جاری نہ رہیگی۔ اب سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ کن شرائط کے تحت شفق تمام رات رہ سکتی ہے :-

کسی مقام پر شفق تمام رات رہیگی بشرطیکہ مقام مذکور کا عرض بلد + سورج کا میل ۹۰ سے کم نہ ہو۔



فرض کرو کہ جب سورج آدھی رات کو افق کے نیچے نصف النہار پر ہو تو اس کا مقام 'س' ہے، ثب ق ف = قطب کا ارتفاع = اس مقام کا عرض بلد = لہ اور س ت = سورج کا میل = مہ

اب ق ت = ۹۰ یعنی لہ + س ف + مہ = ۹۰

لیکن اگر شفق عین تمام رات

رہے تو آدھی رات کو س ف = ۱۸

$$\therefore ۹۰ = مہ + ۱۸ + لہ$$

$$\therefore ۷۲ = مہ + لہ$$

پس اگر لہ + مہ = ۷۲ یا کے ۷۲ تو شفق تمام رات رہتی ہے یہ کلیہ اُسی صورت میں

درست ہے جب کہ مقام مذکور کا عرض بلد اور سورج کا میل دونوں شمالی ہوں یا دونوں جنوبی۔ اگر عرض بلد شمالی ہو اور سورج کا میل جنوبی یا برعکس اس کے تو شرط بالا ہو جاتی ہے

لہ۔ مہ کم نہیں ہے ۷۲

شکل ۳۳

مثالیں

۱۔ اگر زمین کا محور طریق شمس کی سطح میں ہو یا اس پر عمود ہو تو اس سے موسموں پر کیا اثر پڑیگا۔

۲۔ اگر سورج کا میل 10° کا ہو تو چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق تمام رات قائم رہتی ہے۔

$$\text{یہاں } 22^{\circ} = 90^{\circ} - 68^{\circ}$$

$$\text{یا } 22^{\circ} = 90^{\circ} - 68^{\circ}$$

$$\text{۶۲} = 90 - 28$$

۳۔ اُس مقام کا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق عین تمام رات قائم رہیگی جب کہ سورج کا میل 14° شمال ہو۔ (جواب 54° شمال)

۴۔ بتاؤ کہ کس طرح ایک خاص مقام پر شفق کے وقفہ میں موسموں کے ساتھ ساتھ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ (جواب دفعہ ۵۶)

۵۔ اُن عرض بلد کی حدود معلوم کرو جن پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے جب کہ سورج کا میل 10° شمال ہو۔ (جواب عرض بلد 91° اور اس سے شمال کی طرف)

۶۔ سورج کا میل معلوم کرو جب کہ ڈبلن (عرض بلد 53° $20'$) پر شفق تمام رات باقی رہے۔ (جواب 18° $30'$ شمال)

۷۔ وہ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جس پر شفق کا تمام رہنا ممکن ہے۔ (جواب 28° $32'$)

۸۔ شفق کا وقفہ کن امور پر موقوف ہے۔ (جواب۔ مقام کا عرض بلد اور سورج کا میل)

۹۔ کیا پیرس (عرض بلد 48° $28'$) پر شفق تمام رات رہ سکتی ہے۔ (دیکھو سوال ۷) جواب (ہاں)۔ لیکن صرف انقلاب گریما سے قبل اور بعد چند راتیں)۔

۱۰۔ ثابت کرو کہ کس طرح ایک کروی مثلث کو حل کرنے سے کسی خاص تاریخ کو

کسی خاص مقام پر غروب اور طلوع کا وقت محسوب کیا جاسکتا ہے۔ (جواب دفعہ ۵۶)

چھٹا باب

سیاروں کی گردشیں - نظام شمسی

۵۸۔ ہم پہلے کسی باب میں ذکر کر چکے ہیں کہ جو سیارے خالی آنکھ سے دکھائی دے سکتے ہیں اور جن کا علم زمانہ قدیم کے ہیئت دانوں کو تھا جو دُور بین سے محروم تھے یہ ہیں: عطارد، زہرہ، مریخ، مشتری اور زحل۔

اگر کوئی مشاہدہ کنندہ بغیر دُور بین کے یہ معلوم کرنا چاہے کہ آسمان پر کا کوئی خاص متوجہ سیارہ ہے یا ستارہ تو اُسے صرف اُس کے مقام کو اس کے گرد و نواح کے ثابت ستاروں کے لحاظ سے معلوم کرنا چاہیے مثلاً ممکن ہے کہ یہ کسی دو ستاروں کی سیدھ میں ہو یا ان سے ایک متساوی الاضلاع مثلث بنائے۔ اگر چند ہفتوں کے بعد ان ثابت ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام میں کوئی تبدیلی ہو تو بہت ممکن ہے کہ یہ متذکرہ بالاسیاروں میں سے ایک سیارہ ہے۔

جب سے دُور بینیں ایجاد ہوئی ہیں کئی ایک بڑے سیارے اور کئی سو چھوٹے سیارے دریافت ہو چکے ہیں۔ جو سیارے اب تک معلوم ہوئے ہیں اُن کے نام سورج سے باہر کی طرف ترتیب وار یہ ہیں۔

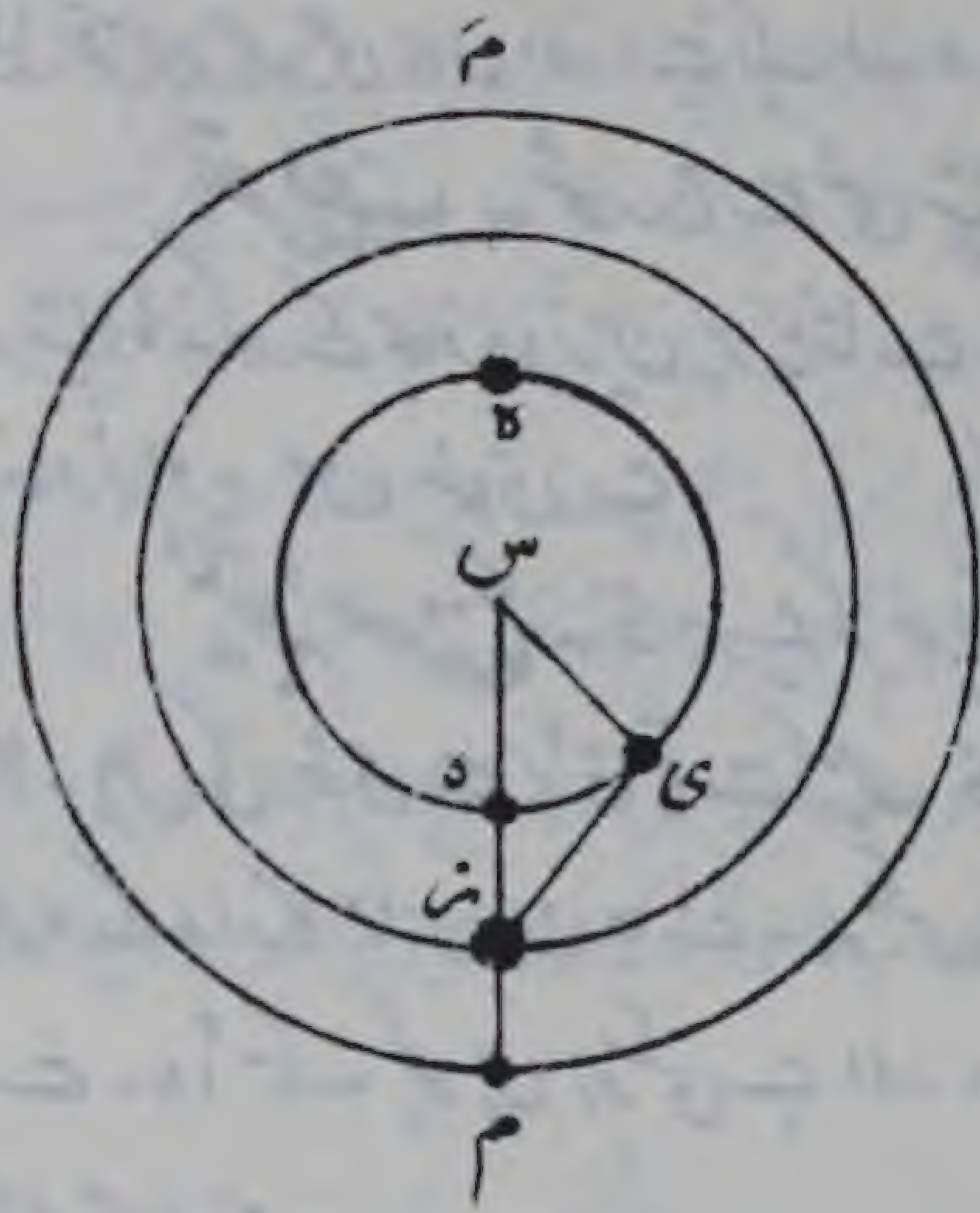
داخلی سیارے	{	عطارد	سفلی سیارے
		زہرہ	
		زمین	
		مریخ	
خارجی سیارے	{	نجیات	علوی سیارے
		مشتري	
		زحل	
		ہرشل	
		نیپچون	

جن سیاروں کے مدار سورج اور زمین کے درمیان واقع ہیں ان کو سفلی سیارے کہتے ہیں۔ اور وہ جن کے مدار زمین کے باہر واقع ہیں ان کو علوی سیارے کہتے ہیں۔ عطارد اور زہرہ سفلی سیارے ہیں اور مریخ مشتری وغیرہ علوی۔ ان سیاروں کی تقسیم داخلی اور خارجی سیاروں کے نام سے بھی ہوئی ہے۔ وہ سیارے جن کے مدار نجیات اور سورج کے درمیان واقع ہیں ان کو داخلی سیارے کہتے ہیں اور باقی کو خارجی۔

سیاروں کے مدار طریق شمس کی سطح مستوی کو نہایت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں

۵۹۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ جملہ سیارے اپنی پوری گردش کے دوران میں طریق شمس سے اوپر یا نیچے کبھی چند درجوں سے زیادہ نہیں جاتے۔ اس سے جو نتیجہ نکلتا ہے وہ بالکل یقین ہے، سورج کے گرد سیاروں کے مدار تقریباً طریق شمس کی سطح مستوی یعنی زمین کے مدار کی سطح مستوی میں ہیں، درحقیقت وہ طریق شمس کی سطح مستوی کو بہت چھوٹے زاویوں پر قطع کرتے ہیں۔

تعریف۔ جب کوئی سیارہ حرکت کرتے کرتے سورج اور زمین کے درمیان



شکل ۳۳

آجائے تو اس کو یوں بیان کرتے ہیں کہ
سیارہ مذکور ادنیٰ اقتران میں ہے اور اگر
سُورج، زمین اور سیارے کے درمیان
واقع ہو تو کہتے ہیں کہ ستارہ مذکور اعلیٰ
اقتران میں ہے۔ مثلاً اگر نہ زمین کو
تعبیر کرے تو ادنیٰ اقتران کے وقت سیارہ کا
مقام ہ پر ہوگا اور اعلیٰ اقتران کے وقت
ک پر (دیکھو شکل ۳۳)۔

کوئی سیارہ مقابلہ میں اُس وقت
ہوتا ہے جب کہ زمین اس سیارہ اور سورج
کے درمیان آجائے۔ مثلاً مقام م پر سیارہ
مقابلہ میں ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ صرف سفلی سیارہ ہی ادنیٰ اقتران میں ہو سکتا ہے اور صرف
علوی سیارہ ہی مقابلہ میں ہو سکتا ہے۔

کسی سیارہ کے عقدوں سے وہ دو نقطے مراد ہیں جن پر اس کا مدار طریقِ شمس
کی سطح مستوی یعنی مدارِ عرض کی سطح مستوی کو قطع کرتا ہے ان میں سے وہ نقطہ تقاطع جس
میں سے سیارہ طریقِ شمس کی جنوبی جانب سے شمالی جانب کو جاتے وقت
گزرتا ہے صعودی عقدہ کہلاتا ہے، دوسرے نقطہ کو نزولی عقدہ کہتے ہیں۔

نوٹ۔ ظاہر ہے کہ اگر سب سیاروں کے مدار، مدارِ زمین ہی کی سطح مستوی میں ہوتے
اور اس کو چھوٹے زاویوں پر نہ کاٹتے جیسا کہ حقیقتِ حال ہے تو جب کبھی ادنیٰ اقتران واقع ہوتا تو
ہم ادنیٰ سیارے کو سورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دیکھ سکتے تھے۔ لیکن یہ منظر شاذ و نادر وقوع میں آتا
ہے اگرچہ ادنیٰ سیارے اکثر اوقات ادنیٰ اقتران میں ہوتے ہیں لیکن چونکہ وہ ساتھ ہی طریقِ شمس کی
سطح مستوی میں نہیں ہوتے اس لیے وہ سورج سے اوپر یا نیچے دکھائی دیتے ہیں۔ جب یہ سیارے
مدارِ ارض کی سطح مستوی میں ہوں جو صرف اُسی صورت میں ہو سکتا ہے جب کہ یہ اپنے عقدوں میں
سے گزر رہے ہوں تو یہ بالعموم ادنیٰ اقتران میں نہیں ہوتے پس مرور کے لیے ضروری ہے کہ سیارے

ادنیٰ اقتران میں بھی ہوں اور اپنے ایک عقدہ پر بھی ہوں۔

تعریف - سورج سے کسی سیارہ کا ابتعاد اُس زاویہ کو تعبیر کرتا ہے جو سورج اور سیارہ مذکور کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ مثلاً شکل ۳۳ میں سورج سے سیارہ ی کا ابتعاد زاویہ س سہی ہے۔

نتیجہ صریح - ظاہر ہے کہ ہر ایک سفلی سیارہ کا ابتعاد ہمیشہ ایک حادہ زاویہ ہوگا۔ اس کی بڑی سے بڑی قیمت کہیں ی کے نزدیک اُس وقت ہوگی جب کہ خطی سہ سیارہ کے مدار کا ماس بن جائے۔ برعکس اُس کے کسی علوی سیارہ کے ابتعاد کی قیمت ۰ سے ۱۸۰ تک کچھ ہی ہو سکتی ہے اور ۱۸۰ اُس وقت ہوتی ہے جب کہ سیارہ مذکور مقابلہ میں ہو۔

طالب علم کو چاہیے کہ اس امر کو اچھی طرح ذہن نشین کر لے کیونکہ اس سے معلوم ہو جاتا ہے کہ علوی سیارے سورج سے تمام زاویائی فاصلوں پر دکھائی دے سکتے ہیں اور جب یہ مقابلہ میں ہوتے ہیں تو یہ کرہ سماوی پر سورج کے عین مقابل کے نقطہ پر واقع ہوتے ہیں یعنی نصف النہار کو عین آدھی رات کو عبور کرتے ہیں۔ برعکس اس کے سفلی سیارے عطارد اور زہرہ، سورج سے ہمیشہ چھوٹے زاویائی فاصلوں پر رہنے کی وجہ سے غروب کے بعد مغرب میں یا طلوع سے قبل مشرق میں دیکھے جاسکتے ہیں اور ان کا مشرق یا مغرب میں دکھائی دینا سورج اور زمین کے لحاظ سے ان کے مقام پر موقوف ہے۔

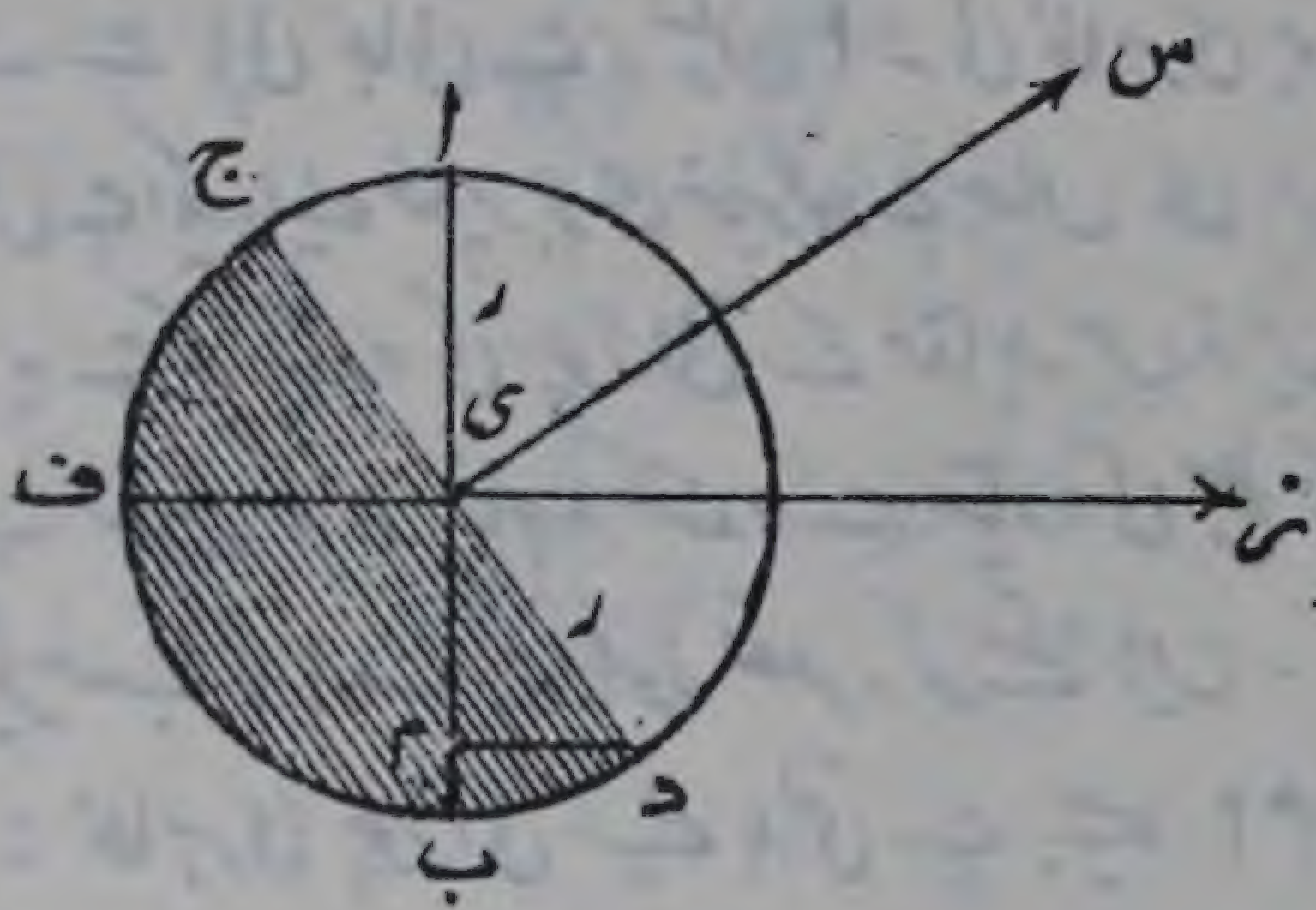
عطارد کا (سورج سے) بڑے سے بڑا ابتعاد بھی اس قدر چھوٹا ہوتا ہے کہ اس کو برہنہ آنکھ سے شاذ و نادر ہی دیکھ سکتے ہیں اور وہ بھی نہایت قلیل عرصہ کے لیے بعد از غروب یا قبل از طلوع۔

سیاروں کی سیستیں

۶۰۔ چونکہ سیارے بھی زمین کی مانند ایسے اجرام ہیں جو بذات خود روشن نہیں بلکہ اپنی روشنی سورج سے کسب کرتے ہیں اس لیے ایک وقت میں ان کی نصف سطح روشن ہو سکتی ہے اور باقی نصف تاریک رہتی ہے یہ امر ایک گولہ کو لیمپ کے سامنے رکھنے سے واضح ہو سکتا ہے۔ اس گولہ کا نصف حصہ جو لیمپ کے مقابل ہے روشن ہوگا

اور باقی نصف تاریک۔ اب ظاہر ہے کہ اگر ہم بلحاظ لمب اور گولہ کے اپنے مقام کو مناسب طور پر بدلیں تو ہم منور سطح کا جس قدر حصہ چاہیں دیکھ سکتے ہیں۔ ستاروں کی بھی یہی کیفیت ہے۔ جیسے جیسے زمین اور سورج کے لحاظ سے ان کا مقام بدلتا ہے ان کی منور نصف سطح کے اس حصہ میں بھی جو ہمارے سامنے ہوتا ہے تبدیلی واقع ہوتی رہتی ہے۔ ان تبدیلیوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ یہ کہنے کی ضرورت نہیں کہ یہ ہیئتیں برہنہ آنکھ سے تمیز نہیں ہو سکتیں۔

۶۱۔ کسی سیارہ کی منور سطح کا جو حصہ زمین کے رخ پر ہو اس کی بڑی سے بڑی چوڑائی اس زاویہ کے مکمل کے متناسب ہوتی ہے جو زمین اور سورج کے محاذی



شکل ۳۲

سیارہ مذکور بنتا ہے۔

فرض کرو کہ

ی س اور ی ز سیارہ

کے مرکزی سے بالترتیب

سورج اور زمین کی

سمتیں ہیں۔ ی میں

سے سمت ی س پر

عمود ج د نکالو۔ تب

ج د تاریکی اور روشنی

کی حدود کو تعبیر کرتا ہے اسی طرح اگر ی میں سے ی ز پر عمود ا ب نکالا جائے تو زاویہ ا ی د جو قوس ا د کی ناپ ہے سیارہ کی منور سطح کے اس حصہ کی بڑی سے بڑی چوڑائی ہے جو زمین پر سے دیکھنے سے منور نظر آتا ہے۔

نیز چونکہ سورج اور زمین کے محاذی ی پر جو زاویہ بنتا ہے وہ س ی ز ہے اور اس کا خارجی زاویہ س ی ف ہے، اس لیے اب ہمیں یہ ثابت کرنا ہے کہ

$$\angle ا ی د = \angle س ی ف$$

$$\angle س ی د = \angle ا ی ف = \text{زاویہ قائمہ}$$

ہر ایک میں جمع کرو Δ س ی ا

Δ ا ی د = Δ س ی ف

... وغیرہ وغیرہ

۶۲ - کسی سیارہ کی منور سطح کی ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے اس زاویہ کے مکمل کا سہم الجیب جو سورج اور زمین کے محاذی سیارہ مذکور پر بنتا ہے۔
ہم اس سے پہلے دیکھ چکے ہیں کہ بڑی سے بڑی چوڑائی Δ خارجی زاویہ
س ی ف سے ناپی جاتی ہے۔ لیکن Δ کی ظاہری چوڑائی Δ م سے ناپی جائیگی
جو Δ کا ظل ہے ایک ایسے خارجہ جو ی نہ پر عمود ہے جہاں ی نہ مشاہدہ کنندہ کی سمت ہے۔
اس کی وجہ یہ ہے کہ سیارہ کی چوڑائی کے مقابلہ میں زمین بہت دور ہے، اس لیے
ہم ان سب خطوں کو جو مشاہدہ کنندہ سے سیارہ کی سطح تک کھینچے جائیں باہم متوازی
یا بالفاظ دیگر سب کو Δ ب پر عمود تصور کر سکتے ہیں۔

ظاہری چوڑائی ایسے بدلتی ہے جیسے Δ م

لیکن Δ م = Δ ی م = Δ ب ی د

Δ م = Δ ب ی د

Δ م = Δ ب ی د

Δ م = Δ ب ی د

Δ م = Δ ب ی د

سفلی سیاروں کی ہیئتیں

۶۳ - فرض کرو کہ Δ ج د ف ایک ادنیٰ سیارہ کے مدار کو تعبیر کرتا ہے
نہ زمین ہے اور نہ سورج - ہم یہاں فرض کرینگے کہ زمین ساکن ہے اور سورج
کے گرد سیارہ کی زاویائی رفتار زمین کی زاویائی رفتار سے جس قدر زیادہ ہے سیارہ مذکور اس
زاویائی رفتار سے سورج کے گرد گھوم رہا ہے۔ (ہم بعد ازاں دیکھینگے کہ دو
سیاروں میں سے اس سیارہ کی زاویائی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہے جو سورج کے

زیادہ نزدیک ہو)۔
زاویئی رفتاروں کا
یہ تفاوت سیاروں کی
ظاہری حرکت کی
بعینہ تعبیر کرتا ہے جو
زمین سے دکھائی دیتا
ہے۔

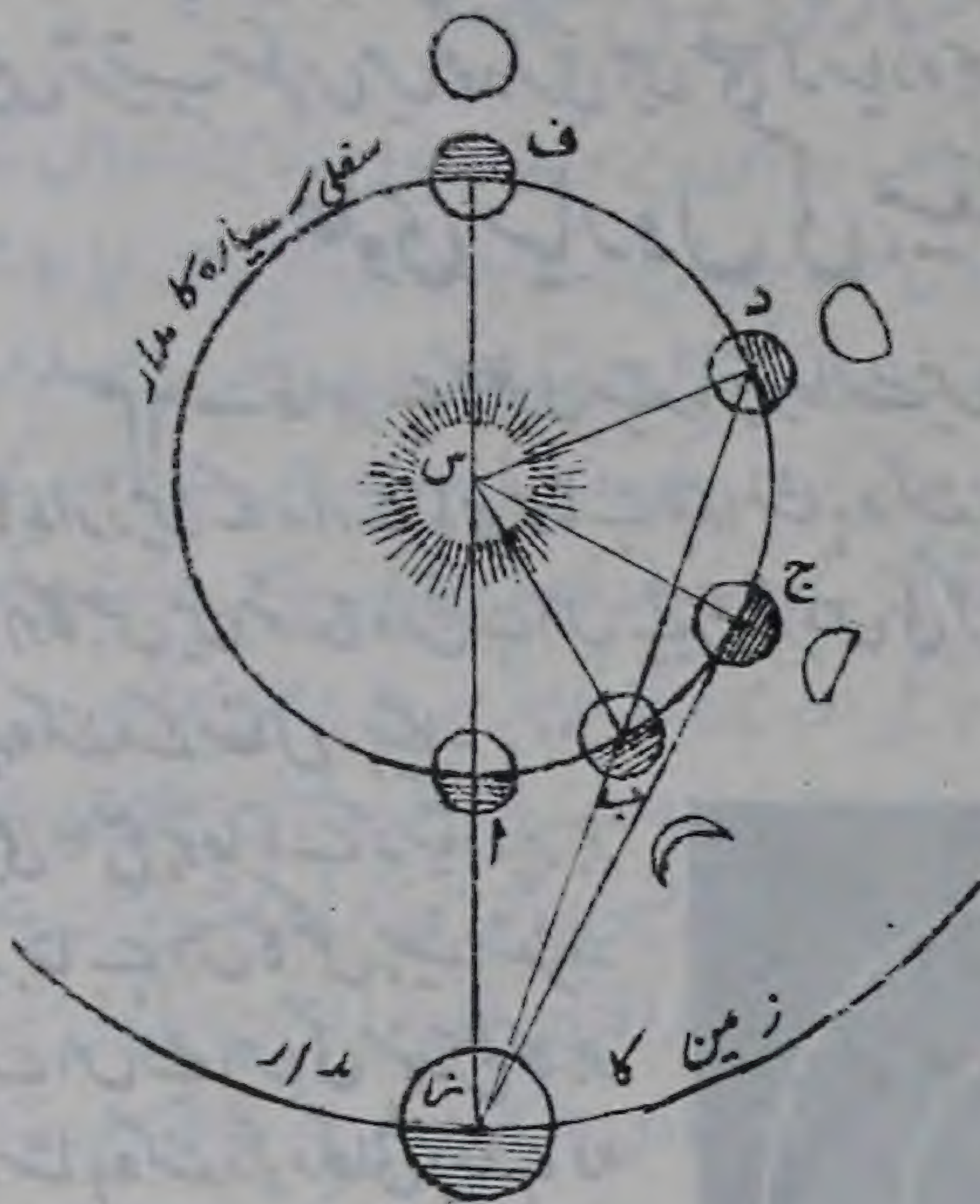
جب ستارہ
اوپر ادنیٰ اقدار میں
ہو تو اس کی منور سطح کا
کوئی حصہ دکھائی
نہیں دیتا۔

باب
چھوٹا سا بلال دکھائی
دیگا جس کی بڑی سے بڑی
چوڑائی خارجی زاویہ

سب دے مساوی ہوگی جو ایک حادثہ زاویہ ہے۔

جب سیارہ سُورج سے بڑے سے بڑے ابتعاد پر پہنچ جائے اور ج پر ہو
جہاں منہج اس کے مدار کا تماس ہے تو زمین اور سُورج کے محاذی اس پر جو
زاویہ بنتا ہے اس کا خارجی زاویہ ایک قائمہ کے مساوی ہے اور سیارہ مذکور
نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیتا ہے جیسے پہلی یا تیسری تربع کا چاند۔ اس کو
یوں بیان کرتے ہیں کہ سیارہ شکلِ تنصیف میں ہے۔

د پر چونکہ سیارہ کا خارجی زاویہ ۱۸۰° - اس دھڑ کے مساوی ہے، اس لیے یہ منفوجہ ہے اور قرص اگرچہ مکمل نہیں لیکن تقریباً مکمل دکھائی دیتا ہے۔ اس سببیت میں سیارہ کو مقبب کہتے ہیں۔

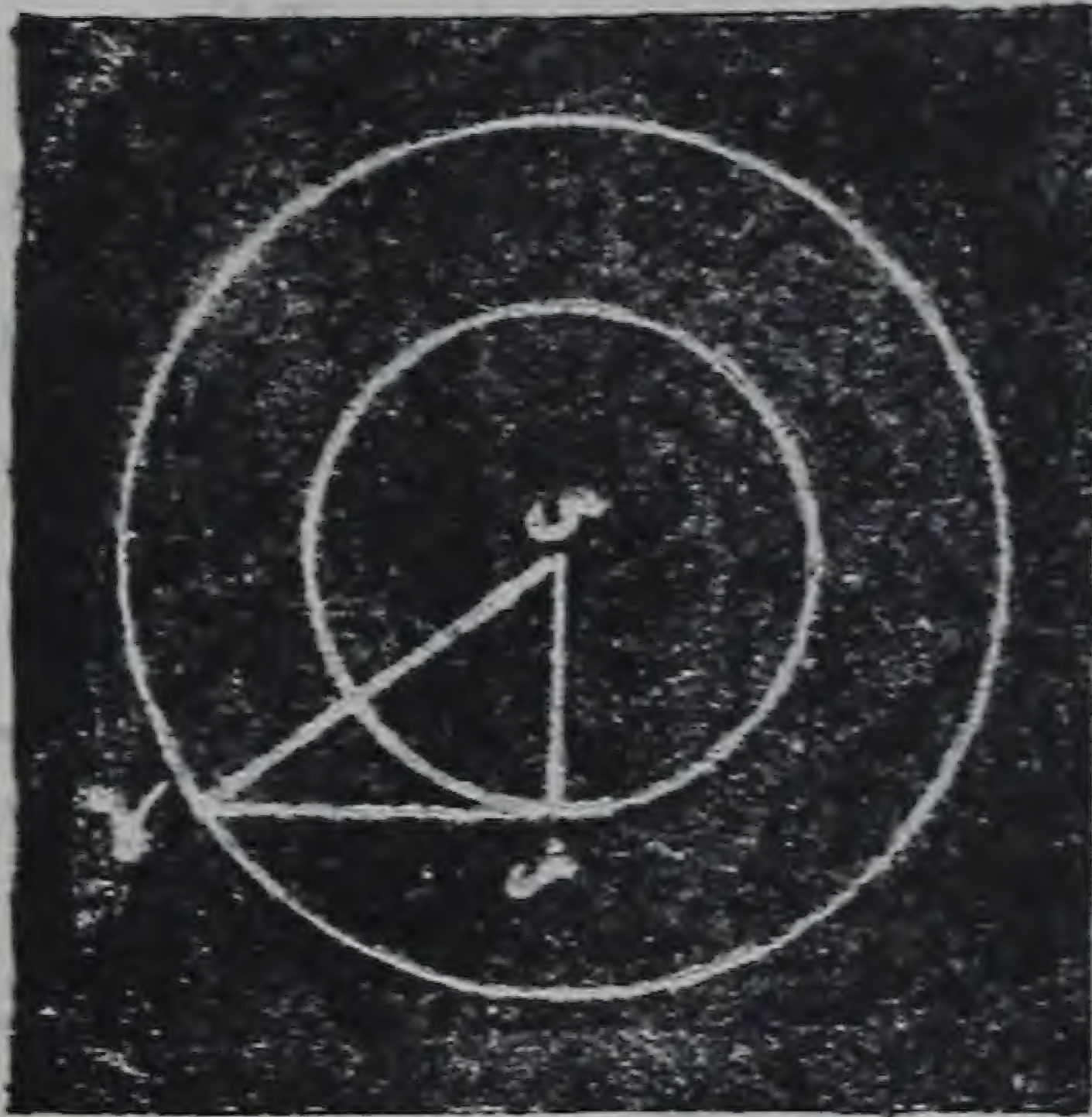


شکل ۲۵

ف پر ہیئتِ کامل واقع ہوتی ہے جس کو بدر کہتے ہیں، اس کے بعد متذکرہ بالا ہیئتیں ترتیب معلوس میں عود کرتی ہیں حتیٰ کہ سیارہ پھر ادنیٰ اقتران پر پہنچ جاتا ہے۔

علوی سیاروں کی ہیئتیں

۴۴۔ ظاہر ہے کہ علوی سیارہ ہر حالت میں یا بدر دکھائی دے گا یا مقبب، کیونکہ اس کا مدار زمین کے مدار سے باہر ہوتا ہے لہذا مشاہدہ کنندہ سیاروں کے ہمیشہ اُسی جانب واقع ہوگا جس میں سورج واقع ہے اس لیے ہمیشہ اس کی کل منور سطح یا اس کا بیشتر حصہ مشاہدہ کنندہ کے مقابل رہیگا۔ یہ امر



یوں بھی واضح ہو جاتا ہے کہ سیارہ پر جو زاویہ بنتا ہے اس کا مکمل ہمیشہ منفرجہ ہوتا ہے اس لیے اس کی منور سطح کا جو حصہ مشاہدہ کنندہ کو دکھائی دیتا ہے وہ ہمیشہ نصف دائرہ سے بڑا ہوتا ہے۔ یہ آسانی سے معلوم ہو سکتا ہے کہ علوی سیارہ کی منور سطح کا سب سے کم حصہ زمین کے سامنے اُس وقت ہوگا جب کہ سورج اور سیارہ کے محاذی زمین پر زاویہ قائمہ بنے۔ بالفاظِ دیگر علوی سیارہ

شکل ۳۶۔

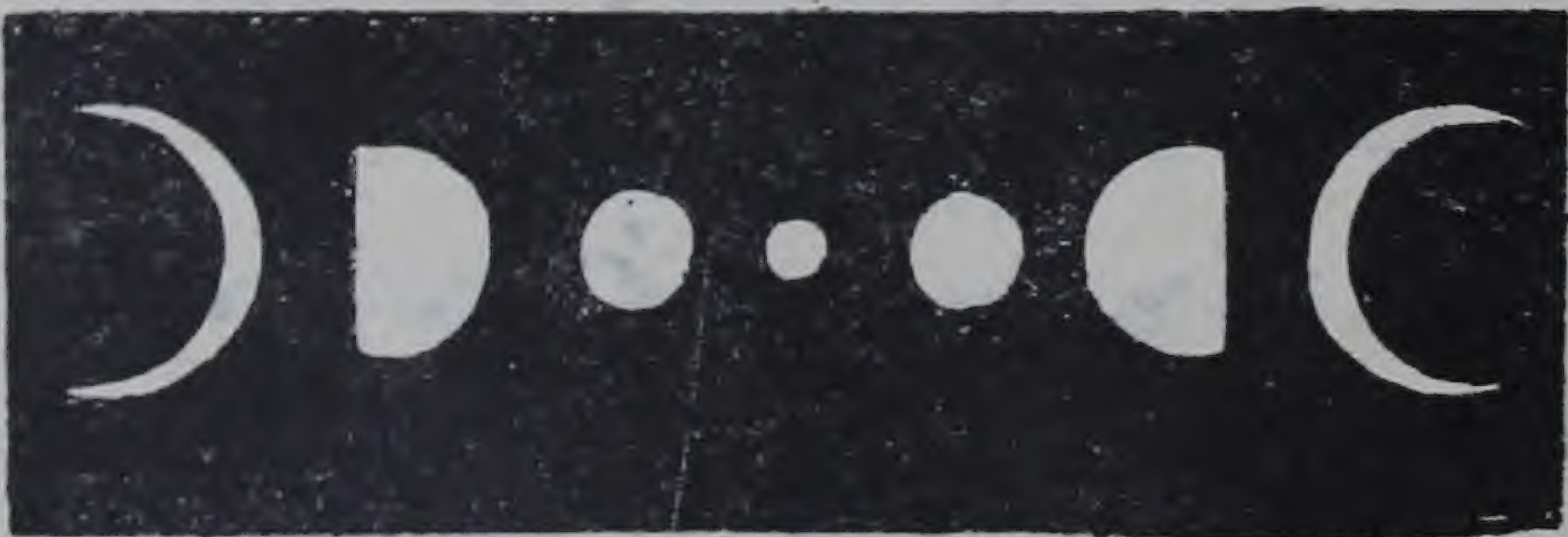
تربیع کی حالت میں زیادہ سے زیادہ مقبب ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ سیارہ لا پر ہے (شکل ۳۶)۔ اب ظاہر ہے کہ سیارہ مذکور زیادہ سے زیادہ مقبب اُس وقت دکھائی دے گا جب کہ لا پر کا خارجی زاویہ چھوٹے سے چھوٹا ہو یعنی جب زاویہ س لا نہ بڑے سے بڑا ہو۔ لیکن زاویہ س لا نہ بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب لا نہ زمین کے مدار کا (جس کو مستدیر مانا گیا ہے) مماس ہو۔ کیونکہ اگر لا کو ساکن فرض کیا جائے اور صرف زمین کو ہی حرکت کرتی ہوئی فرض کیا جائے تو سورج سے زمین کا ابتعاد جو لا پر سے دکھائی دیتا ہے یعنی زاویہ س لا نہ بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب لا نہ زمین

سیاروں کی چمک

۶۵۔ کسی سیارہ کی چمک دو باتوں پر موقوف ہے (۱) زمین سے اس کے فاصلہ پر اور (۲) اس کی منور سطح کے اُس حصہ پر جو زمین کے سامنے ہو۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ سیارہ کی منور سطح کا مساوی حصہ زمین کے مقابل رہتا ہے تو یہ زیادہ چمکدار معلوم ہوگا جب یہ زمین کے زیادہ قریب ہو کیونکہ اس کی روشنی کی حدت اس کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے مثلاً اگر یہ کسی مفروضہ فاصلہ پر ایک خاص حدت رکھتا ہو تو دو گنے فاصلہ پر حدت $\frac{1}{4}$ رہ جائیگی اور تین گنے فاصلہ پر $\frac{1}{9}$ وغیرہ وغیرہ۔

سفلی سیارے اعلیٰ اقتران پر زیادہ سے زیادہ چمکدار نہیں معلوم ہوتے کیونکہ اگرچہ وہ اس وقت ہیئت بدر میں ہوتے ہیں لیکن ساتھ ہی اُس وقت زمین سے اُن کا فاصلہ بڑے سے بڑا ہوتا ہے۔ مثلاً زہرہ کا فاصلہ اقترانِ اعلیٰ پر اقترانِ ادنیٰ کی نسبت چھ گنا ہوتا ہے صورتِ اول میں اس کے قرص کے محاذی ۱۱° کا زاویہ بنتا ہے اور صورتِ آخر میں ۶۶° کا۔ یہ دریافت کیا جا چکا ہے کہ زہرہ سب سے زیادہ چمکدار اُس وقت معلوم ہوتا ہے جب اس کا ابتداء سورج سے ۴۰° کے قریب ہو یعنی جب یہ نسبتاً اقترانِ ادنیٰ سے قریب ہو، اگر اس وقت اس کو دُور بین سے دیکھا جائے تو یہ باریک ہلالِ ساد کھائی دیتا ہے لیکن زمین کے نزدیک ہونے کی وجہ سے اس ہلال کا رقبہ اقترانِ اعلیٰ پر اس کے پورے منور قرص کے رقبہ کی نسبت زیادہ معلوم ہوتا ہے۔



شکل ۳۷۔ زمین سے مختلف فاصلوں پر زہرہ کے ظاہری ناپ۔

نسبت سے نہ : اس کا معلوم ہو جاتی ہے اسی طرح سورج سے کسی علوی سیارہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت معلوم ہو سکتی ہے ، ثبوت بعینہ حسب سابق ہے ۔ لیکن اس صورت میں زمین سے سیارہ سے زیادہ تیز چلتی ہے ۔

تعریف - کسی سیارہ کی دوری مدت سے وہ مدت مراد ہے جو سورج کے گرد سیارہ کی گردش کی تکمیل میں لگتی ہے اس مدت کو بالعموم کوکبی دور بھی کہتے ہیں ۔

اقترانی مدت سے وہ وقفہ مراد ہے جو سفلی سیارے کے ایک ہی قسم کے دو اقترانوں (دونوں ادنی یا دونوں اعلیٰ) کے مابین یا اگر سیارہ علوی ہو تو دو مقابلوں کے مابین واقع ہوتا ہے ۔

کسی سیارہ کی اقترانی مدت معلوم ہو تو اس کے کوکبی دور کی تعیین
سفلی سیارہ

۶۷۔ فرض کرو کہ سیارہ کا کوکبی دور دنوں میں = ی

زمین " " " = نہ

اقترانی دور = ت

وہ زاویہ جو سیارہ ایک دن میں طے کرتا ہے ۔ $\frac{360}{ی}$

اور وہ زاویہ جو زمین ایک دن میں بناتی ہے ۔ $\frac{360}{نہ}$

وہ زاویہ جو سیارہ ایک دن میں زمین سے آگے $\frac{360}{ی} - \frac{360}{نہ}$

نکل جاتا ہے کیونکہ سفلی سیارہ کی چال تیز ہے ۔

لیکن $\frac{360}{ت}$ بھی وہ زاویہ ہے جو سیارہ ایک دن میں زمین سے آگے نکل جاتا ہے ۔

$$\frac{360}{ی} - \frac{360}{نہ} = \frac{360}{ت}$$

$$\frac{1}{ی} - \frac{1}{نہ} = \frac{1}{ت}$$

لیکن نہ = ۳۶۵ و ۲۵ دن اس لیے اگر ت معلوم ہو تو ی معلوم ہو سکتا ہے۔

مثال

عطارد کی دوائی 'اقترا نون' کا وقفہ ۱۱۶ دن ہے، اس کی دوری مدت معلوم کرو۔

$$\frac{1}{116} = \frac{1}{365 + 25} - \frac{1}{Y}$$

$$\therefore \frac{1}{Y} = \frac{281625}{365 + 25 \times 116} \quad Y = 88 \text{ دن تقریباً}$$

اسی طرح سے کسی عطوی سیارہ کے لیے ضابطہ یہ ہے

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{Y} - \frac{1}{N}$$

کیونکہ زمین مقابلہ زیادہ تیز ہے پس دوائی 'اقترا نون' (یا مقابلوں) کا درمیانی وقفہ معلوم کرنے سے ہم کسی سیارہ کا کو کبی دور محسوب کر سکتے ہیں جب کہ اس کے مدار اور زمین کے مدار دونوں کو مستدیر مانا جائے۔

کیپلر کے تین کُلے

۶۸۔ ڈنارک کے مشہور سیٹ دان کیپلر نے جو سترھویں صدی کے شروع میں

گذا رہے پہلے پہل ذیل کے کلیوں کو صراحت سے بیان کیا:۔

(۱) ہر ایک سیارہ سورج کے گرد ایک ہیلی (قطع ناقص) مدار پر حرکت کرتا ہے

اور سورج اس ناقص کے ایک ماسکہ پر واقع ہوتا ہے۔

(۲) وہ خط مستقیم جو سورج سے سیارہ تک کھینچا جائے (یعنی سیارہ کا "نیم قطر

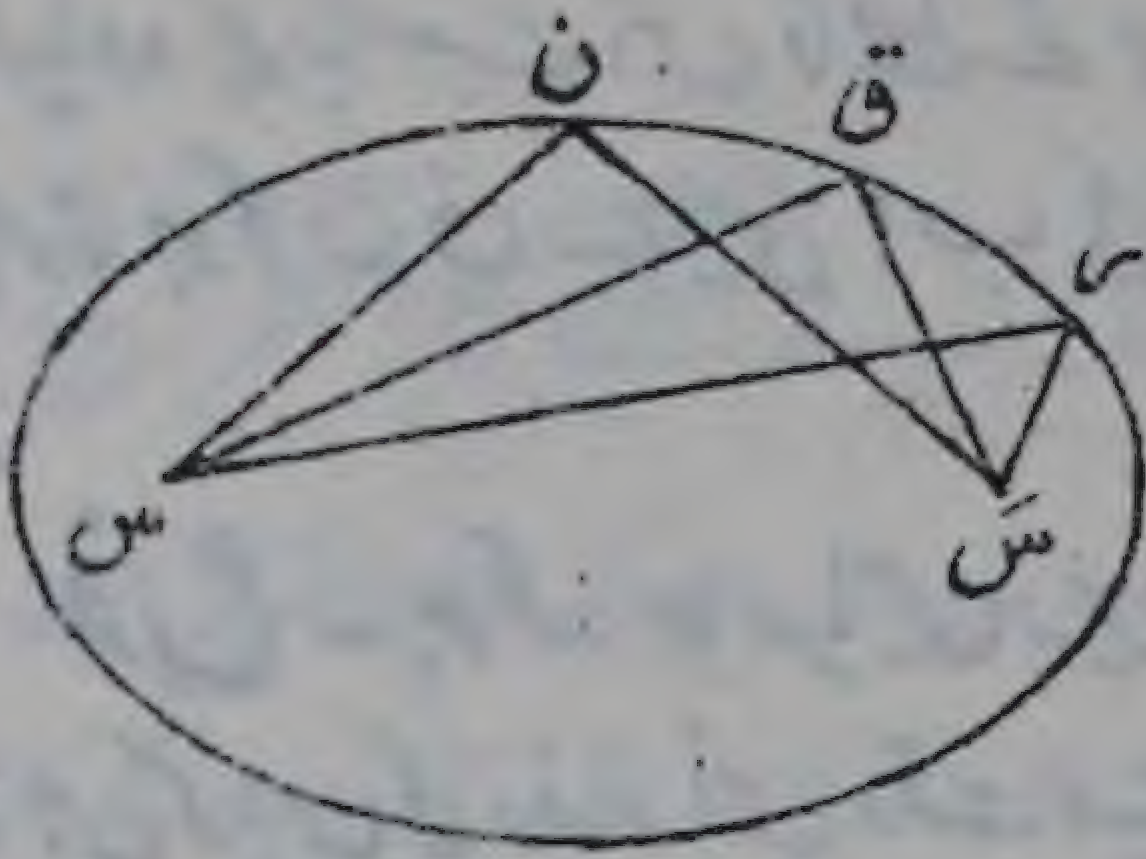
سمتی) مساوی وقتوں میں مساوی رقبے طے کرتا ہے۔

(۳) سیاروں کی دوری مدتوں کے مربع سورج سے ان کے اوسط فاصلوں کے

کعبوں کے متناسب ہوتے ہیں۔

تشریح - قطع ناقص سے مراد ایک مستوی شکل ہے جو ایک ایسے خط سے

محدود ہوتی ہو کہ شکل کے اندر کے دو ثابت نقطوں سے اس خط (جس کو محیط کہتے ہیں) پر کے ہر ایک نقطہ کے فاصلوں کا مجموعہ ہمیشہ مستقل رہے۔ ان ثابت نقطوں کو ناقص کے ماسکے کہتے ہیں۔

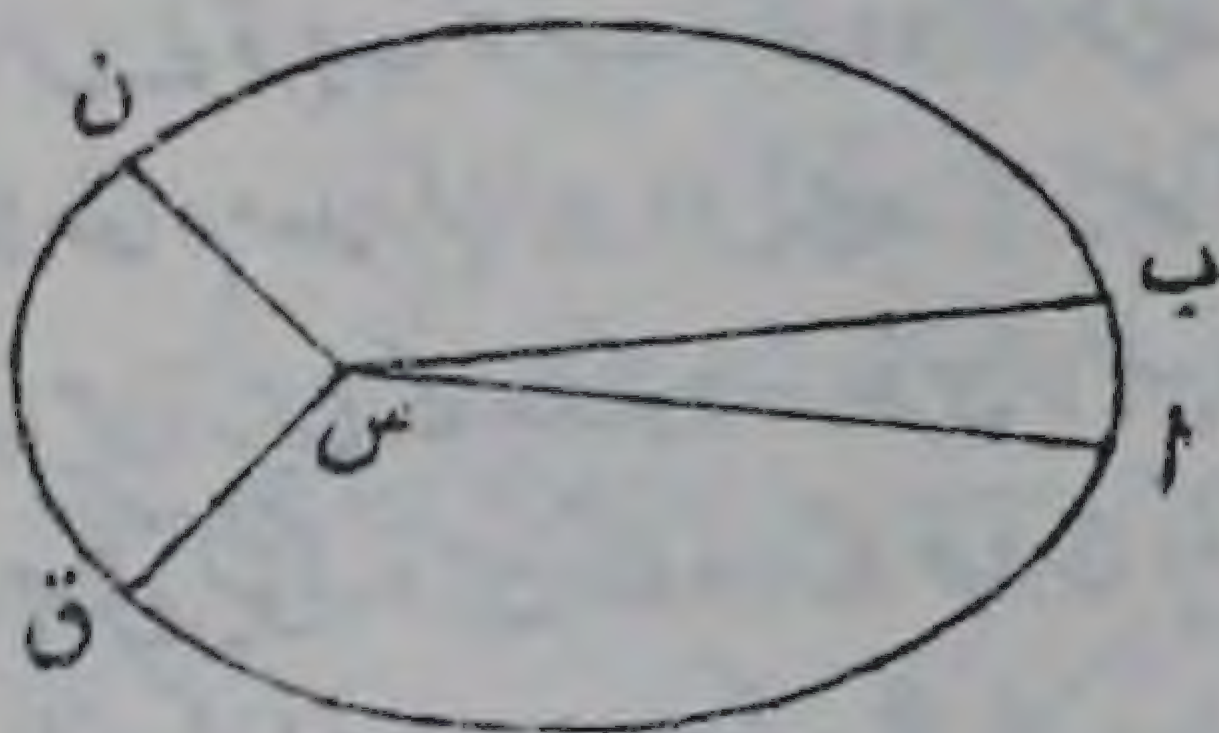


شکل ۳۹ء

مثلاً اگر س اور س
دو ماسکے ہوں (دیکھو شکل ۳۹ء) تو
 $س\ ن + س\ ن = س\ ق$
 $+ س\ ق = س\ س + س\ س$
پس ایک ناقص ذیل کی
جلی ترکیب سے مرسم ہو سکتا ہے:-

دو الپنیں لے کر ان کو ایک مستوی تختہ یا میز میں س، س پر گاڑ دو اور ان کے گرد ڈوری کا ایک ڈھیلا حلقہ ڈال دو۔ اب اگر پینل کی نوک کو ڈوری سے لگا کر الپینوں کے گرد ایک حلقہ اس طرح کھینچا جائے کہ ڈوری ہمیشہ تن رہے اور پینل بالترتیب نقاط ن، ق، س میں سے گزرے تو اس طرح سے جو منحنی مرسم ہوگا وہ ناقص کی شکل کا ہوگا اور س، س پر کی الپنیں اس کے ماسکوں پر واقع ہوں گی۔

کیپلر کا دوسرا کلیہ یہ بیان کرتا ہے کہ سیاروں کے لیے سمتی نیم قطر مساوی وقتوں میں مساوی رقبہ طے کرتے ہیں یعنی اگر قوسوں اب اور ن ق میں سے گزرنے کے اوقات باہم مساوی ہوں تو رقبہ س اب



شکل ۴۰ء

= رقبہ س ن ق۔ اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ کوئی سیارہ سورج کے جتنا نزدیک ہوگا اتنی ہی اس کی رفتار زیادہ ہوگی کیونکہ اگر ہم یہ فرض کریں کہ قوسیں اب اور ن ق وقت کی

ایک چھوٹی اکائی میں طے ہوتی ہیں تو چونکہ یہ توسیں سیارہ سے سورج کے فاصلے کے مقابلہ میں نہایت چھوٹی ہونگی اس لیے ان کو بالآخر خطوط مستقیم تصور کیا جاسکتا ہے۔ نیز چونکہ مثلثوں اب س اور ن ق س کے رقبے مساوی ہیں اس لیے اگر اب کا فاصلہ س سے زیادہ ہو بہ نسبت اس فاصلے کے جون ق کا س سے ہے تو ظاہر ہے کہ اب چھوٹا ہوگا ن ق سے یعنی اب کی نسبت ن ق پر سیارہ کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

فرع - چونکہ وسط سرما میں زمین سورج کے زیادہ نزدیک ہوتی ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ اس کی رفتار اس وقت اپنے مدار کے کسی اور حصہ کی نسبت زیادہ ہوتی ہے۔

کیپلر کے کلیوں کی تصدیق

۶۹ - زمین کی صورت میں ایک متوازی تاروں والے یا خردہ پیمائے کے ذریعے براہ راست سورج کا ظاہری قطر ناپنے سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ زمین کا مدار ٹھیک دائرہ کی شکل کا نہیں ہے اور بناءً علیہ زمین کا فاصلہ سورج سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا ہے۔ یہ فاصلہ زیادہ ہوتا ہے جب سورج کے قطر کے محاذی چھوٹا زاویہ بنے اور کم ہوتا ہے اگر بڑا زاویہ بنے۔ لہذا اب ہم ایک منحنی کھینچ سکتے ہیں جو زمین کے مدار کو تعبیر کرے۔ کیونکہ اگر نقطہ س سے مختلف خط کھینچ جائیں اور ان کے طولوں کو ان زاویوں کے بالعکس متناسب رکھا جائے جو سورج کے قطر کے محاذی زمین پر بنتے ہیں اور جو ہر روز پیمائش سے معلوم ہو سکتے ہیں تو ظاہر ہے کہ ان خطوں کے سرے ایک قطع ناقص مرتسم کرینگے جس کا ایک ماسکس پر ہوگا۔ زمین کا مدار معلوم ہونے سے پیشتر ہی کیپلر نے مرتخ کا مدار معلوم کر لیا تھا۔ اس نے قریب قریب دفعہ ۶۶ کے طریقہ کے مطابق سورج اور زمین کے لحاظ سے مرتخ کا مقام معلوم کیا اور اس نتیجہ پر پہنچا کہ مرتخ کا مدار قطع ناقص ہے۔ اس نے ان حسابات میں زمین کے مدار کو دائرہ فرض کیا لیکن اس سے کوئی قابل لحاظ اور اہم غلطی پیدا نہیں ہوتی کیونکہ زمین کے مدار کا خروج مرکز بہت چھوٹا ہے اور مرتخ کے مدار کے خروج مرکز کی نسبت بہت کم ہے۔

۷۰ - نیوٹن نے ثابت کر دیا کہ کیپلر کا تیسرا کلیہ تجاذب کے عام تر کلیہ کا جو

ذیل میں درج ہے لازمی نتیجہ ہے -

کائنات کا ہر ایک ذرہ ہر دوسرے ذرہ کو ایک ایسی قوت سے کھینچ رہا ہے جو ان دونوں ذروں کی کمیتوں کے بالتراست اور ان کے باہمی فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے -

تجاذب کے کلیے سے کیپلر کے تیسرے کلیے کا استخراج

فرض کرو کہ سورج کی کمیت M ہے اور دو سیاروں کے فاصلے سورج سے R اور R' ہیں اور ان سیاروں کی دوری مدتیں بالترتیب T ، T' ہیں - اب تجاذب کے کلیے کے مطابق سورج کے مرکز سے R ، R' فاصلوں پر جو کششیں عمل کرتی ہوں گی ان کی نسبت $\frac{M}{R^2} : \frac{M}{R'^2}$ ہوگی - نیز ہمیں معلوم ہے کہ اگر ایک جسم m نصف قطر کے ایک دائرہ میں حرکت کر رہا ہو تو اس کا مرکز گریز اسراع یہ ہوگا

$$e = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

پس اگر سیاروں کے مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

$$\frac{4\pi^2 m}{T^2} : \frac{4\pi^2 m'}{T'^2} = \frac{M}{R^2} : \frac{M}{R'^2}$$

جس سے بالآخر

$$\frac{m}{R^3 T^2} = \frac{m'}{R'^3 T'^2}$$

$$R^3 T^2 = R'^3 T'^2$$

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{T'^2}{R'^3} \quad \therefore \text{جو کیپلر کا تیسرا کلیہ ہے -}$$

نوڈ کا کلیہ

۱۷ - سورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے ہیں ان میں ایک عجیب و غریب

رہتا ہے جو ہیئت دان بوڈ کے نام سے منسوب کیا جاتا ہے۔ ذیل کے عدد لکھو جن میں سے پہلے عدد کے بعد ہر ایک عدد اپنے ماقبل سے دگنا ہے

۱۰ ۲ ۴ ۸ ۱۶ ۳۲ ۶۴ ۱۲۸

ان میں سے ہر ایک کو ۳ سے ضرب دے کر ۴ جمع کر دو، اس طرح سے ہمیں بالترتیب عطارد، زہرہ، زمین، مرتخ، نجیسات، مشتری، زحل، ہرشل اور پنچون کے فاصلوں کے لیے عدد حاصل ہوتے ہیں۔

۴ ۶ ۱۰ ۱۶ ۲۸ ۵۲ ۱۰۰ ۱۹۶ ۳۸۸

یہ فاصلے سورج سے مختلف سیاروں کے تقریبی فاصلوں کو تعبیر کرتے ہیں جب کہ زمین کے فاصلے کو ۱۰ مانا جائے۔ مگر پنچون کی صورت میں جس کا فاصلہ عدد ۳۸۸ سے تعبیر ہوتا ہے اہم تفاوت ہے، اس کے اصلی فاصلہ کو تعبیر کرنے کے لیے ۳۶۹ و ۳۰۰ ہونا چاہیے۔ نجیسات کے اکتشاف سے یہ کلیہ عجیب و غریب طور پر پائیہ تصدیق کو پہنچ گیا ہے۔ نجیسات متعدد چھوٹے چھوٹے سیارے ہیں جن کے مدار مرتخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان واقع ہوتے ہیں۔ ان کی تعداد تین سو سے زیادہ ہے۔ ان کے اکتشاف سے پہلے کوئی سیارہ معلوم نہیں تھا جس کا شمسی فاصلہ ۲۸ سے تعبیر ہو۔ اب معلوم ہوا ہے کہ ان اجرام کا اوسط فاصلہ سورج سے تقریباً ۲۸ سے تعبیر ہوتا ہے۔

بوڈ کے کلیہ کو عام ضابطہ $F = 2 \times 3 + 2$ کی شکل میں بیان کیا جاسکتا ہے جہاں F سے سیارہ کا شمسی فاصلہ مراد ہے اور زہرہ کو اول مان کر سیارہ کا نمبر n سے تعبیر ہوتا ہے۔ زہرہ سے شروع کر کے مختلف سیاروں کے فاصلے n کو بالترتیب ۱، ۲، ۳، ... قیمتیں دینے سے معلوم ہو سکتے ہیں جو اوپر درج ہیں۔

اصلی فاصلہ

۳ ۵ ۸ ۱۰

۱۰ ۱۶ ۲۸ ۵۲

۱۰ ۱۶ ۲۸ ۵۲

۱۵ ۲۳ ۳۲ ۵۲

۳۱ تا ۲۲

۵۲ ۵۰ ۲۸

۴ =

۶ =

۱۰ =

۱۶ =

۲۸ =

۵۲ =

۴

$2 \times 3 + 2$

$2 \times 3 + 2$

$2 \times 3 + 2$

$2 \times 3 + 2$

$2 \times 3 + 2$

عطارد

زہرہ

زمین

مرتخ

نجیسات

مشتری

۹۵۶۳۸۸

۱۰۰ =

 $۲ \times ۳ + ۴$

زحل

۱۹۱۶۸۲۶

۱۹۶ =

 $۲ \times ۳ + ۴$

ہرشل

۳۰۰۶۳۶۹

۳۸۸ =

 $۲ \times ۳ + ۴$

پنچون

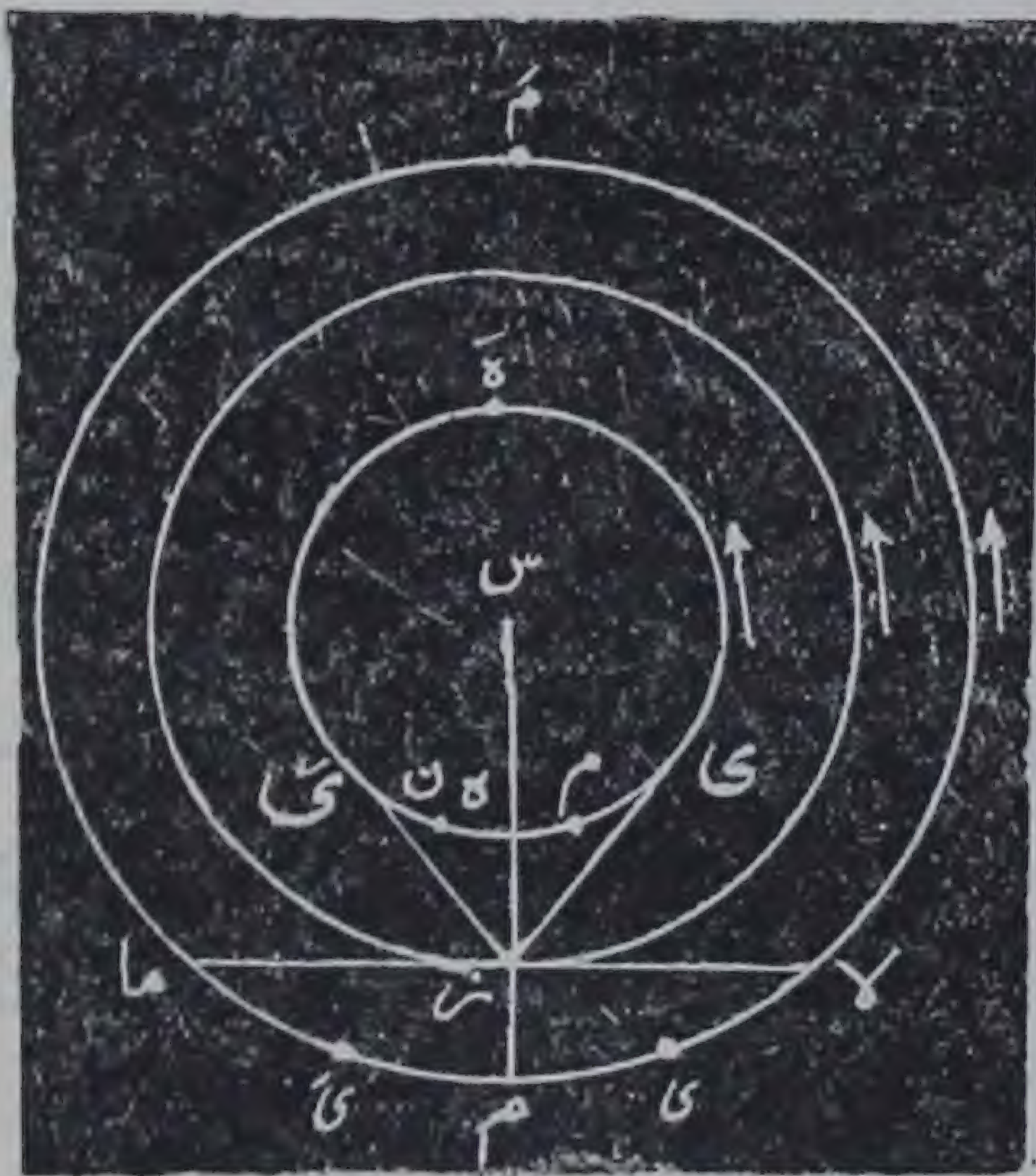
سیاروں کی راست اور رجی حرکتیں - اقامت کے نقطے

۷۲۔ جب کوئی سیارہ اُسی سمت میں حرکت کرتا ہوا معلوم ہو جس میں کہ سورج اپنے طریق پر حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے تو سیارہ کی حرکت کو راست یا مستقیم حرکت کہتے ہیں اور اگر مخالف سمت میں حرکت کرتا معلوم ہو تو اس کی حرکت کو رجی حرکت کہتے ہیں دوسرے الفاظ میں کسی سیارہ کی حرکت راست اُس وقت ہوتی ہے جب کہ اس کا سماوی طول بلد بڑھ رہا ہو اور رجی اُس وقت ہوتی ہے جب کہ اس کا سماوی طول بلد کم ہو رہا ہو۔

جب زمین نہ اپنے مدار پر اُس سمت میں حرکت کر رہی ہو جو (شکل ۷۱) تیر کی سمت سے بتائی گئی ہے تو ظاہر ہے کہ ہمیں مین تو ساکن معلوم ہوگی اور سورج اس طرح حرکت کرتا معلوم ہوگا گویا خط نہرس، نہر کے گرد دائیں جانب سے بائیں جانب کو مخالف سمتِ ساعت میں حرکت کر رہا ہے۔ پس زیادہ

صراحت کی غرض سے ہم نہر کو ثابت مان کر نہر کے گرد اس حرکت کو جو مخالف سمتِ ساعت معلوم ہو حرکتِ راست کہیں گے اور جو سمتِ ساعت کے موافق معلوم ہو اُس کو حرکتِ رجی سے موسوم کریں گے۔

سفلی سیارہ کی رفتار زمین کی رفتار سے زیادہ ہوتی ہے (دیکھو دفعہ ۷۴) اس لیے جب سیارہ ادنیٰ اقتران پر ہو تو خط نہر کا سراہ، نہر کی نسبت زیادہ رفتار سے



شکل ۷۱

حرکت کرتا ہے اس لیے یہ سر کے گرد گھڑی کی سوئیوں کی سمت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا۔ لہذا اقترانِ ادنیٰ پر سیارہ کی ظاہری حرکت رجعی معلوم ہوگی۔ بڑے سے بڑے ابتعاد کے نقطوں کی اور سیارہ کی اپنی رفتار اس کی سمت میں کوئی تبدیلی پیدا نہ کرے گی کیونکہ اس وقت حرکت بالترتیب نہی اور نہی کی سمت میں ہوگی لیکن زمین کی اپنی حرکت سے خطوط نہی اور نہی مخالف سمتِ ساعت میں حرکت کرتے معلوم ہونگے۔ پس ہی اور سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوگی۔

قوسِ کایٰ پر حرکت راست ہوگی کیونکہ یہاں زمین کی رفتار اور سیارہ کی نسبتاً تیز رفتار کا مجموعی اثر یہ ہوگا کہ ان کو ملانے والا خط نہ کے گرد مخالف سمتِ ساعت میں گردش کرتا ہوا معلوم ہوگا۔

نیز چونکہ سیارہ کی حرکت ہرجی معلوم ہوتی ہے اور ہی اور ہی پر راست اس لیے لازماً سیارہ دو ایسے نقاط م اور ن میں سے گزرے گا کہ ان پر اس کی ظاہری حرکت عین جی سے راست اور راست سے رجعی ہونے کو ہوگی اور سیارہ مذکور حرکت کرتا ہوا معلوم نہ ہوگا۔ ان دو مقاموں کو نقاطِ اقامت کہتے ہیں۔

اس کے برعکس علوی سیارہ ایسی رفتار سے حرکت کرتا ہے جو زمین کی رفتار سے کم ہوتی ہے۔ پس جب سیارہ مقابلہ میں مقام م پر ہو (دیکھو شکل ۱۱۷) تو خط نہم، نہ کے گرد سمتِ ساعت میں حرکت کرتا معلوم ہوگا۔ پس جب علوی سیارہ مقابلہ میں ہو تو اس کی حرکت رجعی معلوم ہوتی ہے۔

جب سیارہ لا اور ہا پر تربیع میں ہو تو زمین کی رفتار کا کوئی اثر سیارہ کی ظاہری حرکت کی سمت پر نہ پڑے گا، کیونکہ زمین کی حرکت مشاہدہ کنندہ اور سیارہ کو ملانے والے خط کی سمت میں ہوگی مگر سیارہ کی اپنی رفتار کی وجہ سے خطوط نہ لا یا نہ مخالف سمتِ ساعت میں گھومتے معلوم ہونگے، لہذا بوقتِ تربیع علوی سیارہ کی ظاہری حرکت راست ہوتی ہے۔

نیز قوسِ لامِ ہا کے کسی مقام پر زمین اور سیارہ کی رفتاروں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ ان کو ملانے والا خط مخالف سمتِ ساعت میں گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے یعنی سیارہ کی حرکت راست ہوتی ہے۔

چونکہ م پر سیارہ کی حرکت رجعی معلوم ہوتی ہے اور لا اور ما پر راست اس لیے لا اور ما کے مابین دو نقاط ی، ی ایسے ہونگے کہ ان پر بالترتیب رجعی حرکت بدل کر عین راست ہونے کو ہوگی اور راست حرکت بدل کر عین رجعی ہونے کو ہوگی۔ ان نقطوں کو سیارہ کے نقاط اقامت کہتے ہیں۔

سیاروں کی محوری گردشیں

۷۳۔ ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زمین اور سورج گھومتے ہیں سیاروں کی سطحوں پر کے نشانات اور دھبے مشاہدہ کرنے سے یہ معلوم ہوا کہ ان میں سے اکثر اور غالباً سب کے سب اسی طرح گھومتے ہیں۔ مرتخ ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک مرتبہ گھومتا ہے گویا مرتخ کا ایک دن تقریباً اتنا ہی بڑا ہوتا ہے جتنا کہ زمین کا دن۔ مشتری ۹ گھنٹے ۵۵ منٹ میں گھومتا ہے اور زحل ۱۰ گھنٹے ۲۹ منٹ میں۔

علوی سیارہ کی نسبت سفلی سیارہ کی محوری گردش کی مدت معلوم کرنا زیادہ مشکل ہے کیونکہ علوی سیارہ مقابلہ کے وقت تمام رات مشاہدہ کیا جاسکتا ہے لیکن سفلی سیارہ صرف ان حالتوں میں نظر آسکتا ہے جب کہ وہ اختر سحر یا اختر شام ہوتا ہے اور مشاہدات کا عمل صرف ۲۴ گھنٹے کے وقفوں سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ اب اگر زہرہ کی سطح پر غروب آفتاب کے بعد چند نشانات نظر آئیں اور وہ سطح سیارہ پر تقریباً اسی مقام پر مشاہدہ ہوں جہاں وہ اگلی شب نظر آئے تھے تو اس سے ہم ذیل کے ایک نہ ایک نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ (۱) یا تو زہرہ اپنے محور کے گرد ایک گردش تقریباً ۲۴ گھنٹے میں پوری کر لیتا ہے (۲) یا یہ ایک گردش کی تکمیل میں بہت طویل عرصہ لیتا ہے اور ۲۴ گھنٹے میں ایک چھوٹے زاویہ میں سے گھومتا ہے۔ ظاہر ہے کہ دونوں صورتوں میں نشانات کے مقام میں ۲۴ گھنٹے کے بعد بہت کم تبدیلی واقع ہوگی۔ قریب قریب زمانہ حال تک یہ خیال کیا جاتا تھا کہ پہلا نتیجہ درست ہے۔ شریئر کے مشاہدات کی بنا پر زہرہ کی محوری گردش کا دور ۲۳ گھنٹے ۲۱ منٹ مانا جاتا تھا اور عطارد کا ۲۴ گھنٹے ۵ منٹ۔ مگر حال ہی میں پروفیسر شیاپریلی نے یہ دعویٰ پیش کیا ہے کہ عطارد اور زہرہ اپنے محور کے گرد گھومنے میں تقریباً اتنا ہی وقت لیتے ہیں جتنا کہ سورج کے گرد گردش کرنے میں۔ عطارد کا دور ۸۸ دن کا ہے اور زہرہ کا

۲۲۴ دن کا لہذا اُن کا تقریباً ایک ہی نصف ہمیشہ سورج کے سامنے رہتا ہے جیسے کہ چاند کا ایک ہی نصف زمین کے سامنے رہتا ہے اس طرح سے منور نصف کے بہت سے حصے ہمیشہ دھوپ پڑتی ہے اور باقی حصہ ہمیشہ تاریکی میں رہتا ہے۔
چونکہ یہ سیارے ہمیشہ غروب آفتاب سے تھوڑی دیر بعد مغرب میں یا طلوع سے کچھ قبل مشرق میں افق کے عین قریب دکھائی دیتے ہیں اس لیے کمرہ ہوائی کی پختی تہوں کی کثافت اور حرارت کے تغیرات کی وجہ سے ان کی سطح پر کے نشانات اس قدر صحت اور نزاکت کے ساتھ مشاہدہ نہیں کیے جاسکتے جن سے کوئی صحیح اور قابل اعتماد رائے قائم کی جاسکے۔
بائیں ہمہ جدید ترین مشاہدات سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ شیاپریلی کی رائے کم از کم زہرہ کی صورت میں غلط ہے۔

اس امر کا ثبوت کہ سورج کے گرد دو سیاروں کی رفتاریں سورج سے ان سیاروں کے فاصلوں کے جذروں کے بالعکس متناسب ہوتی ہیں۔
۴۷ - کیلر کے تیسرے کلیہ کی رُو سے

$$ت : ت' = ر^2 : ر'^2$$

لیکن مدار کا محیط = رفتار × دوری مدت

$$\therefore 2\pi R = Ft \quad (\text{جہاں } F \text{ رفتار ہے})$$

$$\therefore t = \frac{2\pi R}{F}$$

$$\text{اس لیے} \quad \left(\frac{2\pi R}{F}\right) : \left(\frac{2\pi R'}{F'}\right) = R^2 : R'^2$$

$$\therefore \frac{R R'}{F} = \frac{R'^2}{F'}$$

$$\therefore F : F' = R : R'$$

$$\therefore F : F' = R : R'$$

نتیجہ صریح - پس جو سیارہ سورج کے زیادہ نزدیک ہوگا اُس کی رفتار زیادہ تیز ہوگی۔

۷۵۔ اس باب کو ختم کرنے سے پہلے ہم نظام شمسی کے مختلف اجرام کا فرداً فرداً مختصر ذکر کریں گے۔

عطارد ♿

یہ سب ستاروں سے سورج کے زیادہ نزدیک ہے۔ اس کا قطر تقریباً ۳۰۰۰ میل ہے گویا یہ زمین کی نسبت بہت چھوٹا ہے کیونکہ زمین کا قطر ۸۰۰۰ میل ہے۔ عطارد کا مدار دیگر ممتاز ستاروں کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المرکز ہے یعنی اس مدار کی شکل دائرہ کی شکل کے چنڈاں قریب نہیں ہے۔ ایک وقت میں یہ سورج سے ۲ کروڑ ۸۰ لاکھ میل سے بھی زیادہ قریب پہنچ جاتا ہے۔ اور دوسرے وقت میں جب یہ اپنے مدار کے مقابل کے نقطہ پر ہوتا ہے تو اس کا فاصلہ سورج سے ۴ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک ہو جاتا ہے۔ یہ دیگر ستاروں سے اس لحاظ سے بھی اختلاف رکھتا ہے کہ اس کا مدار طریق شمس سے نسبتاً بڑا زاویہ بناتا ہے جو تقریباً ۷° ہے۔ سورج کے گرد اس کی دوری مدت ۸۸ یوم کی ہوتی ہے۔

زہرہ ♀

زہرہ کا قطر تقریباً زمین کے قطر کے مساوی ہے۔ اس کا مدار بھی زمین کے مدار کی طرح دائرہ سے بہت کم تفاوت رکھتا ہے۔ طریق شمس سے اس کے مدار کا میل ۳° ۲۳' ہے۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ عطارد اور زہرہ سفلی ستارے ہونے کی وجہ سے سورج کے مشرق یا مغرب کی طرف ہمیشہ چھوٹے زاویئی فاصلوں پر رہتے ہیں اور اس لیے بطور اختر سحر یا اختر شام کے دکھائی دیتے ہیں، نیز ان کے قرص دور بین میں سے دیکھنے سے چاند کی طرح تغیر پذیر شکلیں پیش کرتے ہیں۔ دونوں ستاروں میں مشابہہ سے معلوم ہوا ہے کہ روشن اور تاریک حصّوں کا خط فاصل مسلسل نہیں بلکہ دندانہ دار ہے اور بعض اوقات ان کے ہالوں کی نوکیں دفعۃً غائب ہو جاتی ہیں۔ اس واقعہ کا باعث ان کی سطحوں پر کے پہاڑ ہیں جن کی بلندی محسوب کرنے سے معلوم ہوا ہے کہ یہ ہماری زمین کے پہاڑوں کی نسبت بہت زیادہ مرتفع ہیں۔

زہرہ کی دوری مدت ۲۲۴ یوم کے مساوی ہوتی ہے۔

زہرہ اور عطارد کے مُرور

۷۶۔ ہم پہلے دیکھ چکے ہیں کہ زہرہ یا عطارد کا مُرور صرف اُسی وقت واقع ہو سکتا ہے جب کہ یہ اقترانِ ادنیٰ میں ہوں اور ساتھ ہی اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے نزدیک ہوں۔ اگر ان سیاروں میں سے کسی ایک کا مُرور ایک دفعہ واقع ہو جائے تو ظاہر ہے کہ اسی عقدہ پر دوسرا مُرور واقع نہ ہوگا جب تک کہ زمین اور سیارہ مذکور دونوں گردشوں کی ایک مکمل تعداد پوری نہ کر لیں۔ اب زمین کی ۸ مکمل گردشوں کے لیے جتنے دن درکار ہوتے ہیں اتنے ہی دنوں میں زہرہ اپنی گردشوں کی ایک مکمل تعداد (یعنی ۱۳) پوری کر لیتا ہے، فرق تقریباً ایک دن کا رہ جاتا ہے۔

کیونکہ $۳۶۵ \times ۲۴۲ = ۲۹۲۲$ دن تقریباً

اور $۲۲۳ \times ۱۳ = ۲۹۲۱$ دن

پس اگر زہرہ کا مُرور ایک دفعہ واقع ہو تو ممکن ہے کہ ۸ سال کے بعد اُسی عقدہ پر پھر مُرور ہو بشرطیکہ اول الذکر مُرور سے ۸ سال قبل مُرور واقع نہ ہو چکا ہو۔ لیکن ۱۶ سال کے بعد مُرور واقع نہیں ہوگا کیونکہ ایک دن کے متذکرہ بالا فرق کی وجہ سے عقدہ سے اس کا فاصلہ بہت زیادہ ہو جائیگا۔ درحقیقت اس صورت میں ۲۳۵ سال تک اسی عقدہ پر مُرور واقع نہیں ہو سکتا کیونکہ ۲۳۵ سال کی مدت آٹھ سالہ عرصہ کے بعد کا ایک دوسرا عرصہ ہے جو زہرہ کی گردشوں کی ٹھیک تعداد کے مساوی ہے۔ اس لیے کہ

$۳۶۵ \times ۲۴۲ \times ۲۳۵ = ۸۵۸۳۵$ دن تقریباً

اور $۲۲۳ \times ۳۸۲ = ۸۵۸۳۵$ //

زہرہ کا سب سے پہلا مُرور جو دیکھا گیا ہے اُسے ہارکس نے ۱۶۳۹ء میں مشاہدہ کیا تھا اور یہ مُرور اُس کے عقدہ صغودی پر واقع ہوا تھا۔ اس کے بعد ۲۳۵ سال سے پہلے یعنی ۱۸۷۳ء تک اس عقدہ پر پھر مُرور نہیں ہوا بعد ازاں پھر ۱۸۸۲ء میں مُرور ہوا۔ عقدہ نزولی پر مُرور ۱۸۷۱ء اور ۱۸۶۹ء میں مشاہدہ کیے گئے تھے۔ اب آئندہ مُرور ۲۰۰۳ء میں واقع ہوگا۔

عطارد کے مُرور زہرہ کے مُروروں کی نسبت زیادہ کثرت سے واقع ہوتے ہیں

کیونکہ عطارد کی دوری مدت ایسی ہے کہ اس کی مکمل گردشوں کی تعداد کا انطباق زمین کے سالوں کی ٹھیک تعداد کے ساتھ زیادہ کثرت سے واقع ہوتا ہے۔ مثلاً ایک ہی عقدہ پر عطارد کے مُرور ۱، ۳، ۵، ۷ یا ۹ سالوں کے وقفوں پر ہو سکتے ہیں۔

ان دنوں زمین اپنی مداری حرکت کے دوران میں ۵ جون کو زہرہ کے عقدہ کے مقابل ہے پھر دسمبر کو دوسرے عقدہ کے مقابل ہوگی۔ پس ایک طویل عرصہ تک زہرہ کے مُرور دسمبر اور جون میں واقع ہونگے۔ انہی وجہ سے عطارد کے مُرور دیر تک مٹی اور نمبر میں واقع ہوتے رہینگے۔

زہرہ کے مُرور علی نقطہ نظر سے بہت دلچسپی کا باعث ہیں کیونکہ ان مشاہدات سے سورج کا فاصلہ اور (اختلافِ منظر) معلوم کرنے کے نہایت صحیح طریقے حاصل ہو گئے ہیں۔ (دیکھو باب ہفتم)۔

عطارد کے مُرور اس طرح استعمال نہیں کیے جاسکتے کیونکہ زمین سے اس کا اور سورج کا فاصلہ اس قدر کم تفاوت رکھتے ہیں کہ قابلِ اعتماد نتائج کا حاصل ہونا بہت دشوار ہے۔ علاوہ ازیں سورج کے قرص پر یہ اس قدر تیزی سے حرکت کرتا ہے کہ صحیح مشاہدات کے لیے کافی وقت نہیں ملتا۔ نیز چونکہ اس کا مدار زہرہ کے مدار کی طرح کافی مستدیر نہیں ہے اس لیے زمین سے اس کے فاصلہ اور سورج کے فاصلہ کی باہمی نسبت محسوب کرنا چنداں آسان نہیں ہے۔

مریخ

۷۔ - علوی سیاروں میں سے مریخ سب سے زیادہ نزدیک ہے۔ اس کا فاصلہ سورج سے ۱۲ کروڑ ۵۰ لاکھ میل سے ۱۵ کروڑ ۳۰ لاکھ میل تک بدلتا ہے لہذا اس کا مدار زمین کے مدار کی نسبت زیادہ خارج المرکز ہے۔ اگر زمین اور مریخ دونوں کے مدار دائرے ہوتے تو مقابلہ کے وقت مریخ ہم سے نزدیک ترین ہوتا اور اس کا فاصلہ زمین سے ان کے مداروں کے نصف قطروں کے تفاوت کے مساوی ہوتا۔ لیکن ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج سے مریخ کے فاصلہ میں بہت تغیرات واقع ہوتے ہیں اور زمین کا فاصلہ سورج سے وسطِ سرما میں ۹ کروڑ ۵ لاکھ ہوتا ہے جو بڑھتے بڑھتے وسطِ گرما میں ۹ کروڑ ۳۵ لاکھ ہو جاتا ہے۔ اس سے

ہم دیکھ سکتے ہیں کہ کس طرح بعض مقابلہ کے محل مشاہدہ کے لحاظ سے دوسرے محلوں کی نسبت زیادہ موزوں ہوتے ہیں۔ مثلاً اگر مقابلہ کے محل میں مرتخ سورج سے سب سے کم فاصلہ ہو اور زمین سب سے بڑے فاصلہ پر تو سیارہ ہم سے صرف ۳ کروڑ ۴۰ لاکھ میل دور ہوگا اور ہیئت دانوں کے لیے اس کو مشاہدہ کرنے کا یہ بہترین موقع ہوگا۔

اگر بالفرض ہم اُن دونوں نقطوں کو جہاں مرتخ کا فاصلہ سورج سے کم سے کم یا زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے ایک خط کے ذریعہ ملائیں تو یہ مشاہدہ سے معلوم ہوا ہے کہ زمین اپنی مداری حرکت میں ۲۶ اگست کو اور پھر ۲۲ فروری کو اس خط کے قریب ترین ہوتی ہے۔ ۲۶ اگست کو زمین اپنے مدار پر کے اُس نقطہ پر ہوتی ہے جو سورج اور سورج سے مرتخ کے قریب ترین مقام (یعنی حضیض) کی سیدھ میں ہوتا ہے اور ۲۲ فروری کو یہ اُس خط کو عبور کرتی ہے جو سورج اور مرتخ کے بعید ترین مقام (یعنی ۲ ووج) کو ملاتا ہے۔ پس اگر ہم زمین کے مدار کو مستدیر خیال کریں (اور درحقیقت اسے مرتخ کے مدار کے لحاظ سے مستدیر ہی سمجھنا چاہیے) تو زمین اور مرتخ کے مقابلہ کی تاریخ ۲۶ اگست کے جتنی قریب ہوگی اتنے ہی اس کے مشاہدہ کرنے کے لیے حالات زیادہ موزوں ہونگے اور برعکس اس کے جتنی یہ تاریخ ۲۲ فروری کے زیادہ قریب ہوگی اتنا ہی مشاہدات کے لحاظ سے غیر موزوں ہوگی۔

مرتخ کی دوری مدت تقریباً ۶۸۷ یوم ہے اور طریق شمس سے اس کا میلان تقریباً ۲° ہے اور اس کے دو تابع ہیں جن کو پہلے پہل وائٹنگٹن کے ہیئت دان ہال نے ۵ ستمبر ۱۸۷۷ء کو مقابلہ کے وقت دریافت کیا جب کہ مرتخ زمین کے قریب ترین تھا۔ ان کے نام ہومر کے رزم نامہ الیاد (Iliad) کے یونانی دیوتا مارس کے خدام کے ناموں پر فوباس اور دیوس رکھے گئے۔ دیوس جس کا مدار فوباس کے باہر ہے مرتخ کے گرد ایک گردش ۳۰ گھنٹے ۱۸ منٹ میں پوری کرتا ہے اور فوباس ۷ گھنٹے ۵۳ منٹ میں چونکہ مرتخ خود اپنے محور کے گرد ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں گھومتا ہے اس لیے فوباس ایک ایسے تابع کی مثال ہے جو اپنے مقبوع سیارہ کے گرد اس سیارہ کی محوری گردش سے زیادہ سرعت کے ساتھ اپنی مداری حرکت کی تکمیل کر لیتا ہے۔ اس امر کی کوئی دیگر مثال نظام شمسی میں نہیں ملتی۔

موجودہ صدی کے شروع میں اور بہت چھوٹے چھوٹے کثیر التعداد سیارے دریافت ہوئے ہیں جن کے مدار مرتخ اور مشتری کے مداروں کے درمیان واقع ہیں۔ ان

سیاروں کو عجیبات کہتے ہیں۔ وہ تعداد میں ۳۰۰ سے بھی بہت زیادہ ہیں اور جو اجرام ان میں سے بہت چھوٹے ہیں ان کا قطر چند میل سے متجاوز نہیں ہے ان میں سے چار جو سب سے بڑے ہیں ان کے نام یہ ہیں : وستا، جوئو، سیرس، پلاس۔ ان کے مدار بالعموم بہت خارج المرکز ہوتے ہیں اور بعض کے مدار طریقِ شمس سے بڑے زاویے بناتے ہیں۔

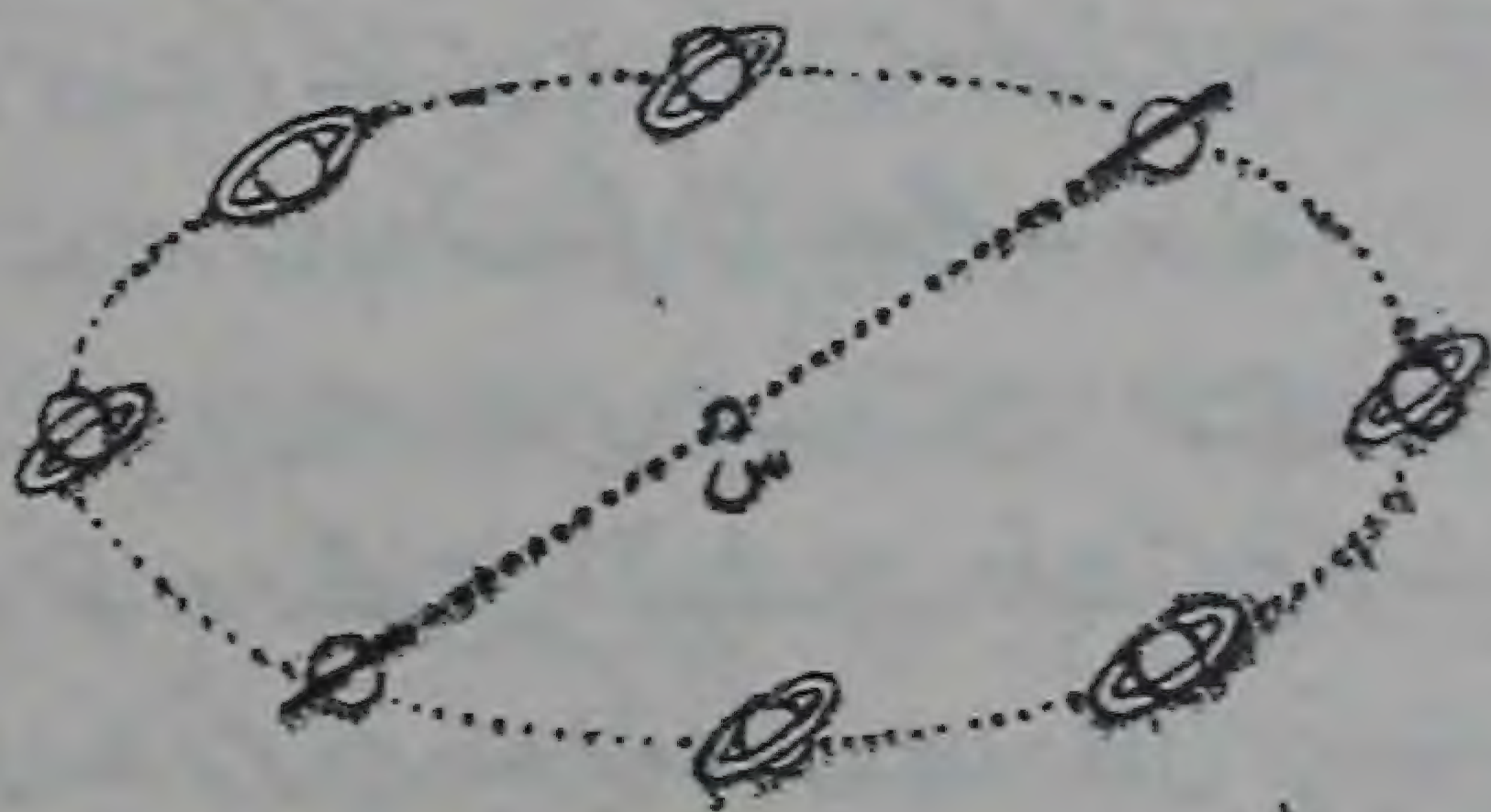
مشتري ۷۴

۷۸۔ یہ سب سیاروں سے بڑا ہے اور اس کا قطر زمین کے قطر کا ۱۱ گنا ہے۔ اس کا مدار زمین کے مدار کی طرح تقریباً دائرہ ہے اور طریقِ شمس کے ساتھ تقریباً ۱۱۰° کا زاویہ بناتا ہے۔ اگر اسے دُور بین میں سے دیکھا جائے تو اس کے گرد اگر اس کے خطِ استوا کے متوازی بہت سی چمکدار پیٹیاں یا ٹکے دکھائی دیتے ہیں جو غالباً اس کے کرہ ہوائی میں بخارات یا بادلوں کی پیٹیاں ہیں۔ اس کے پانچ توابع یا چاند ہیں جو معمولی دُور بین سے بھی نظر آسکتے ہیں۔ ان پانچوں توابع کی دوری مدتیں اور مشتری سے ان کے اوسط فاصلے کیلر کے تیسرے کلیہ کے بموجب ہیں جو ہم دیکھ چکے ہیں کہ سورج کے گرد دوسرے سیاروں کی حرکت کے لیے درست ہے۔ یہ کلیہ دیگر سیاروں کے توابع کی صورت میں بھی درست ہے۔ ان کے گوہن بہ کثرت واقع ہوتے ہیں جب کہ وہ مشتری کے سایہ کے اندر داخل ہوتے ہیں جو سورج کے مقابل جانب پڑتا ہے۔ یاد رہے کہ اس گروہن اور احتجاج میں القیاس نہ ہونا چاہیے جو اُس کیفیت کو کہتے ہیں جب کہ تابع مذکور زمین اور مشتری کی سیدھ میں مشتری کے پیچھے چلا جائے اور مشاہدہ کنندہ کی نظر سے چھپ جائے۔

نیز اس صورت میں جب کہ تابع، مشتری اور سورج کے بیچ میں آجائے ایک عجیب نظارہ دیکھنے میں آتا ہے۔ اس وقت تابع کا سایہ ایک سیاہ دھبے کی شکل میں مشتری کے قرص پر سے حرکت کرتا ہوا دکھائی دیتا ہے۔ یہ ایک حیرت انگیز منظر ہے جس کو دیکھ کر ہم اندازہ کر سکتے ہیں کہ چاند کی وجہ سے زمین پر جب کسوف کامل واقع ہوتا ہے تو عطار دیاز ہرہ پر سے کیسا منظر دکھائی دیکھا۔ تابع کا مرور بھی واقع ہوتا ہے جب کہ یہ دورانِ حرکت میں مشتری اور زمین کے درمیان ان کی عین سیدھ میں آجاتا ہے۔

زحل

۷۹۔ زحل کا مدار قریب قریب ٹھیک دائرہ ہے اور طریق شمس کے ساتھ تقریباً $۲\frac{1}{۲}^{\circ}$ کا زاویہ بناتا ہے۔ خاص خاص اوقات پر زحل کو دوربین میں سے دیکھنے سے اس کی نہایت عجیب و غریب شکل نظر آتی ہے۔ اس کے گرد اگر حلقوں کا ایک سلسلہ ہے جو اس کی سطح کو مس نہیں کرتے چنانچہ ان حلقوں اور سطح سیارہ مذکور کی درمیانی جگہ میں سے بعض اوقات ثابت ستارے بھی دیکھے جاسکتے ہیں۔ ان حلقوں کی سطح مستوی زحل کے مدار کی سطح مستوی کے ساتھ ۲۸° کا مستقل زاویہ بناتی ہے، اس لئے جب ہم ان کو ترچھی وضع میں دیکھتے ہیں تو وہ ہمیں مستدیر نہیں بلکہ ناقص شکل میں نظر آتے ہیں۔ ان کی نسبت یہ خیال ہے کہ یہ بے شمار چھوٹے چھوٹے توابع سے بنے ہوئے ہیں۔ وہ غائب ہو جاتے ہیں جب کہ (۱) زمین ان کی سطح مستوی محدودہ میں آجاتی ہے کیونکہ یہ اس قدر پتلے ہیں کہ جب ان کا کنارہ ہمارے مقابل میں آتا ہے تو یہ سوائے ایک طاقتور دوربین کی مدد کے نہیں دکھائی نہیں دے سکتے، (۲) جب کہ ان کی سطح مستوی محدودہ سورج میں سے گزرتی ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ کسب نور کے لیے سورج کے محتاج ہیں اور اس وقت محض ان کا کنارہ روشن ہوتا ہے، (۳) جب کہ ان کی سطح مستوی ہمارے اور



شکل ۷۹۔ زحل کے حلقوں کی ہیئتیں۔

سورج کے درمیان آجاتی ہے کیونکہ اس وقت ان کی سطح کا تاریک رخ ہماری طرف ہوتا ہے اس لیے ہم ان کو دیکھ نہیں سکتے۔

اس لیے علاوہ زحل کے آٹھ توابع ہیں اور یہ سب کے سب حلقہ مذکور سے

باہر واقع ہیں۔ ان میں سے، جو زحل کے قریب ہیں ایسے مداروں میں حرکت کرتے ہیں جن کی مستوی سطحیں تقریباً حلقوں کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی ہیں۔ آٹھویں تابع کا مدار اس سطح مستوی کے ساتھ تقریباً ۱۰ کا زاویہ بناتا ہے۔

ہرشل H

ستارہ ہرشل کو پہلے پہل مساولیم ہرشل نے ۱۷۸۱ء میں دریافت کیا تھا جس کے نام پر ستارہ مذکور نامزد کیا گیا۔ اس کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور طریق شمس کے ساتھ بہت چھوٹا زاویہ بناتا ہے۔ اب تک اس کے چار تابع معلوم ہو چکے ہیں جن کے مدار ہرشل کے مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود ہیں۔

نیچون ♃

علم ہیئت کی تاریخ میں نیچون کا انکشاف ایک نہایت شاندار واقعہ ہے۔ یہ دیکھا گیا کہ ہر قسم کی معلومہ مخل قوتوں کا لحاظ کر لینے کے بعد نیچون کو ٹھیک جن مقامات پر ہونا چاہیے وہ وہاں نہیں واقع ہوتا۔ اس پر یہ خیال کیا گیا کہ ضرور کوئی نہ کوئی نامعلوم ستارہ ہوگا جس کی کشش کی وجہ سے یہ خلل واقع ہوتا ہے۔ نہایت پر مشقت حسابوں سے اس نامعلوم ستارہ کا مقام لیویریر نے فرانس میں اور آڈمز نے انگلستان میں تقریباً ایک ہی وقت میں ۱۷۸۱ء میں معلوم کر لیا۔ نیچون کا ایک تابع بھی دریافت ہو چکا ہے۔

ذو ذنب یا دُمدار تارے

۸۰۔ نظام شمسی میں ایک اور قسم کے بھی بہت سے اجرام ہیں جو اپنی طبعی حالت اور اپنے مداروں کی نوعیت کے لحاظ سے جو یہ سُرورج کے گرد بناتے ہیں سیاروں سے بالکل مختلف ہیں۔ ان اجرام کو دُمدار تارے کہتے ہیں۔ دُمدار تارے آپس میں بھی اپنی شکل کے لحاظ سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔ اور تو کیا ایک ہی دُمدار کی شکل اور قد و قامت میں بھی اس کے مدار کے مختلف حصوں پر معتد بہ تبدیلی پیدا ہو سکتی ہے۔ لیکن بالعموم اس کے ایک سرے پر ایک چمکدار مرکزہ ہوتا ہے جس کے گرد مدیدی مادہ کی ایک لمبی دُم دور تک پھیلی ہوتی ہے اُن دُمدار

تاروں میں سے جواب تک دیکھے گئے ہیں بعض کی دُور میں نہایت بڑی تھیں۔ چنانچہ ۱۸۱۱ء کے دُمدار تارے کی دُور طول میں ۲۳ درجہ تھی۔ ۱۸۲۲ء کے ایک اور کی دُور ۴۰° کی تھی۔ ۱۸۱۸ء کا دُمدار آسمان پر ۱۰۴° تک کی قوس میں پھیلا ہوا تھا۔

عام طور پر دُمدار تارے آسمان پر دفعۃً نمودار ہوتے ہیں اور چند ہفتوں تک دکھائی دیتے رہتے ہیں، اس اثنا میں وہ نہایت تیز رفتار سے سُورج کے قریب آتے ہیں اور پھر واپس لوٹتے ہیں حتیٰ کہ بالآخر نظر سے غائب ہو جاتے ہیں۔

دُمدار تاروں کی کمیت اور کثافت بہت کم ہوتی ہے یہاں تک کہ مدہم ستارے بھی اُن کے بیچ میں سے اس طرح چمکتے ہوئے نظر آتے ہیں گویا کہ ہمارے اور ان کے درمیان کوئی مادی شے حائل ہی نہیں ہے۔

ان دُمداروں میں سے اکثر اتنے خارج المرکز مداروں پر حرکت کرتے ہیں کہ ان (مداروں) کو مکافی ہی سمجھنا چاہیے جس کے ایک ماسکہ پر سُورج ہو اور دوسرا ماسکہ لاقناری فاصلہ پر ہو لیکن بعض دُمدار ایسے بھی ہیں کہ اگرچہ ان کے مدار دیگر سیاروں کے مداروں کے مقابلہ میں ایک جانب بہت کھینچے ہوتے ہیں تاہم یہ اس قدر چھوٹے ہیں کہ نظام شمسی میں داخل ہیں۔ ان کی حرکتیں محسوب کی جاسکتی ہیں اور یہ جن ناقصوں کو مرسم کرتے ہیں اُن کے متعلقہ ضروری امور کو جاننے سے ان کی واپسی کی تاریخیں بھی پیش از پیش بتائی جاسکتی ہیں۔ اس قسم کے تاروں کو دُوری دُمدار کہتے ہیں۔

دُمداروں کے مدار زیادہ خارج المرکز ہونے کے علاوہ، دیگر سیاروں کے مداروں سے اس امر میں مزید اختلاف رکھتے ہیں کہ وہ طریق شمس کی سطح مستوی کے ساتھ کوئی بھی زاویہ بنا سکتے ہیں۔ نیز کل سیارے سُورج کے گرد اُسی سمت میں گردش کرتے ہیں جس میں کہ زمین گردش کرتی ہے۔ مگر بعض دُمداروں کی حرکت راست ہوتی ہے اور بعض کی رجعی۔

دُوری دُمدار تارے

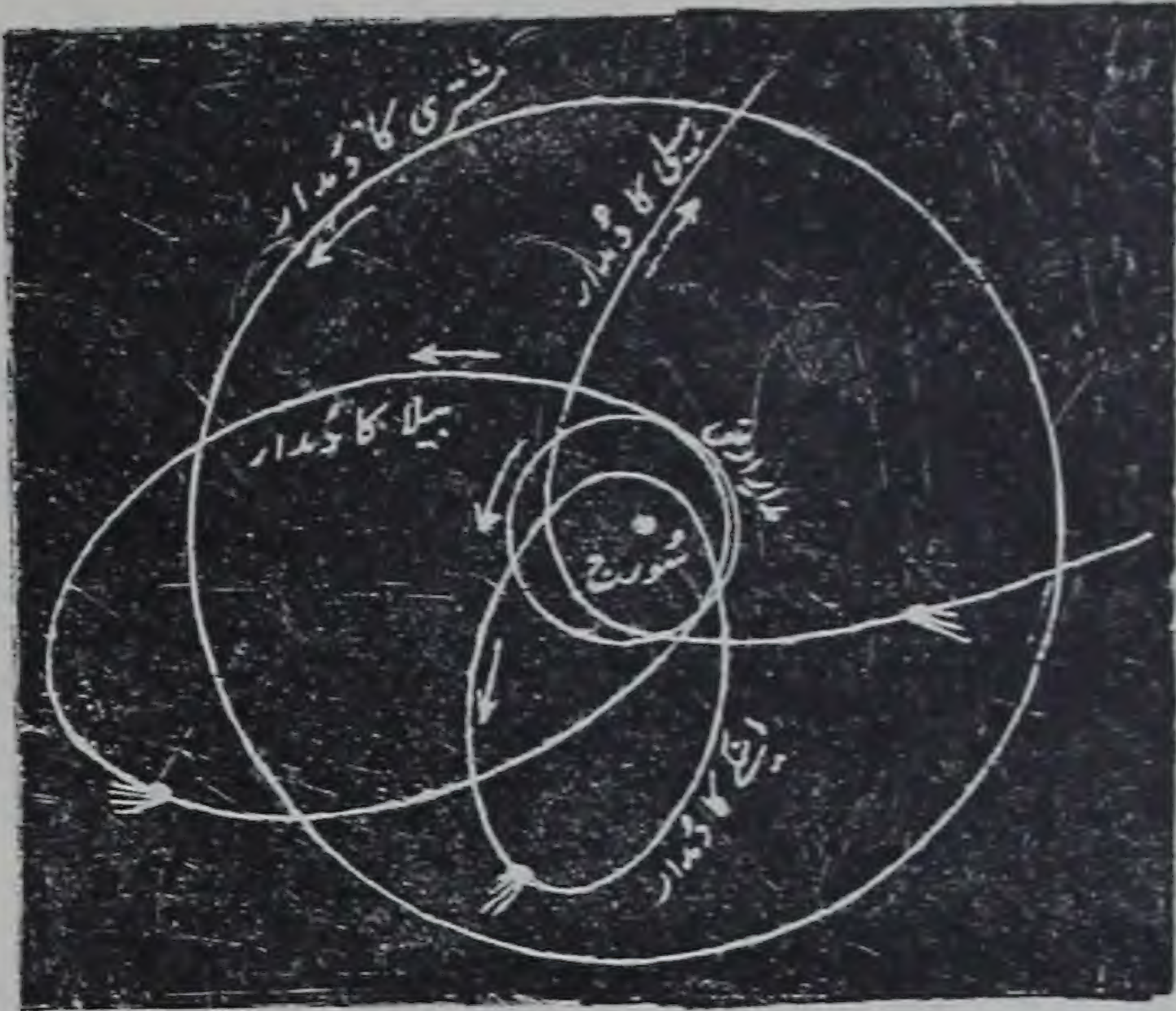
۸۔ پہلی کا دُمدار۔ دُوری دُمداروں میں پہلی کا دُمدار شاید سب سے زیادہ مشہور ہے۔ مشاہدہ سے معلوم کیا گیا کہ جو دُمدار سنین ۱۵۳۱، ۱۶۰۴، ۱۶۸۲ میں نمودار ہوئے ان سب کے عقدوں کے مقام، سُورج سے اُن کے حقیقی فاصلے، طریق شمس کی سطح مستوی سے

ان کے مداروں کے میدان اور بعض دیگر پائٹھیں ایک دوسرے کے بالکل مماثل تھیں۔ اس سے ہیلی نے یہ نتیجہ نکالا کہ وہ اصل میں ایک ہی دُمدار ہے جس کی دوری مدت سورج کے گرد ۵۸ سال کی ہے اس سے اس نے پیشگوئی کی کہ وہ پھر ۱۷۵۸ء میں نمودار ہوگا۔ کلیوٹ نے حساب لگا کر دریافت کیا کہ زحل اور مشتری کی مغل کششوں کی وجہ سے زحل واقع ہو کر بالترتیب ۵۱۸ دن اور ۱۰۰ دن کی تاخیر ہوگی اور پیشگوئی کی کہ وہ اپریل ۱۷۵۹ء کے تقریباً وسط میں سورج کے قریب ترین مقام یعنی حضيض پر ہوگا۔ ہرشل اور نیچون چونکہ اُس وقت دریافت ہی نہیں ہوئے تھے اس لئے اُن کے مغل اثرات کا اندازہ نہیں کیا گیا۔ یہ دُمدار تارہ فی الحقیقت ۱۷۵۸ء کے اواخر میں نمودار ہوا اور مارچ ۱۷۵۹ء کے وسط میں حضيض پر پہنچا۔

ہیلی کا دُمدار اُس کے بعد ۱۸۳۵ء میں ظاہر ہوا اور پھر ۱۸۹۱ء میں دکھائی دیا۔ زمانہ قدیم میں ہیلی کا دُمدار ۱۰۶۶ء میں ایک نہایت اہم تاریخی موقع پر ظہور پذیر ہوا تھا جب کہ نارمنوں نے انگلستان کو فتح کیا تھا۔ اس دُمدار تارے کی تصویر بوز کے پردے (Bayeux tapestry) پر منقوش ہے۔

۱۔ اپنے کا دُمدار — یہ دُمدار بھی سورج کے گرد ناقص کی شکل کا مدار بناتا ہے۔ حضيض پر یہ عطارد سے بھی زیادہ سورج کے قریب ہوتا ہے اور اوج پر جب کہ اس کا شمسی فاصلہ زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے یہ اتنا دُور نہیں ہوتا جتنا کہ مشتری ہے۔ پس اس کے مدار کو نظام شمسی کی حدود کے اندر تصور کرنا بیجا نہیں ہے۔ اس کی دوری مدت تقریباً ۱۱۳ سال ہے۔ اس دُمدار کی حرکت نہایت احتیاط اور صحت کے ساتھ مشاہدہ کی گئی ہے اور زمین اور دیگر سیاروں کی کششوں سے اس کی حرکت میں جو خلل پیدا ہوئے ہیں اُن کو محسوب کیا گیا ہے لیکن ان تمام مغل قوتوں کا اثر محسوب کر لینے کے باوجود اس کی ایک مکمل گردش کے دوری وقت میں ۱۱۳ گھنٹہ کی کمی رہتی ہے۔ اپنے نے اس کی توجیہ اس طرح کی کہ سورج کے گرد بہت زیادہ فاصلہ تک ایک ایسا واسطہ موجود ہے جو اگرچہ بذاتہ بہت ہی لطیف ہے لیکن بایں ہمہ دُمدار جیسے کم کثافت والے جرم کی حرکت میں اتنی مزاحمت پیدا کر سکتا ہے کہ اس کے دوری وقت میں قابل لحاظ کمی واقع ہو۔

غیر دوری دُمدار دوری دُمداروں کی نسبت تعداد میں بہت زیادہ ہیں۔



شکل ۴۳ - بعض دوری مدارتاروں سے مدار

۸۳ء کا بڑا مدار ڈونائی کا مدار ہے جو ۸۵ء میں دکھائی دیا اور ۸۸ء کا مدار سب اسی قسم میں شامل ہیں۔

شہاب ثاقب (ٹوٹا مارہ)

۸۲ - نظام شمسی کے جن مختلف ارکان کا اوپر ذکر ہو چکا ہے ان کے علاوہ بے شمار اور چھوٹے چھوٹے اجرام ہیں جن کو شہابِ ثاقب کہتے ہیں۔ جب یہ جرم جن کی رفتار بہت تیز ہوتی ہے زمین کی حرکت کی مخالف سمت میں حرکت کرتے ہوئے زمین کے کرہ ہوائی سے متصادم ہوتے ہیں تو ان کی اضافی رفتار اتنی تیز ہوتی ہے کہ ہوا کی مزاحمت سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے وہ ان کو جلا کر خاک کر دیے کے لیے کافی ہوتی ہے اور وہ آسمان پر روشنی کی ایک لکیر کی شکل میں نظر آتے ہیں۔ شاذ و نادر ان میں سے بعض ایسے ہوتے ہیں کہ ان کی رفتار اتنی تیز نہیں ہوتی اور وہ زمین پر بغیر تلف ہوئے گر پڑتے ہیں۔ ان کو شہابی پتھر کہتے ہیں۔ شہابِ ثاقب کا ارتفاع ۱۶ میل سے ۱۶۰ میل تک محسوب ہوا ہے۔

اگرچہ انفرادی طور پر شہاب ثاقب تقریباً ہر رات نظر آتے ہیں لیکن سال میں تین مرتبہ یہ بہت کثرت سے دکھائی دیتے ہیں۔ اگست ۹-۱۱، نومبر ۱۲-۱۳، نومبر ۲۴-۲۹۔

نقطۂ اشعاع۔ ان اگست اور نومبر کی شہابی بوجھاروں میں آسمان پر اکثر شہاب ثاقب کے ظاہری راستے ایک مشترک نقطہ سے اشعاع کرتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔ اس نقطہ کو نقطۂ اشعاع کہتے ہیں۔ یہ اثر محض منظرہ سے پیدا ہوتا ہے۔ ہم ابھی دیکھینگے کہ اس جھنڈ کے سب شہاب جن میں سے زمین گزر رہی ہو اس قلیل عرصہ میں جس میں کہ وہ مشاہدہ کیے جاسکتے ہیں تقریباً متوازی سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ اب اگر ہم ان خطوں اور مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والی مستوی سطحوں پر غور کریں تو یہ سب کرہ سماوی کو ایسے کبیر دائروں پر قطع کرینگے جن کا قطر مشترک مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والا، ان کی حرکت کی سمتوں کا متوازی خط ہوگا۔ یہ خط محدودہ کرہ سماوی کو جن دو نقطوں پر قطع کرے گا وہ مندرجہ بالا سب دائروں کے مشترک نقاط تقاطع ہونگے اور ان میں سے ایک نقطہ نقطۂ اشعاع ہوگا۔ اگست کے شہاب ثاقب کا نقطۂ اشعاع پرشاؤس کے منڈل میں ہوتا ہے اور نومبر کی بوجھاروں کا بالترتیب برج اسد اور اندرومیدایا مبراة المسلسلہ میں۔ پس یہ بوجھاریں ذیل کی تین قسموں کی ہوتی ہیں:-

پرشاؤسی شہاب	اگست ۹-۱۱	نقطۂ اشعاع پرشاؤس میں
اسدی	نومبر ۱۲-۱۳	اسد میں
اندرومیدی	نومبر ۲۴-۲۹	اندرومیدایا میں

دُمار تاروں اور شہاب ثاقب کا تعلق

۸۴۔ جو شہاب ثاقب ۱۴ نومبر کی رات کو کرہ ہوائی میں سے نہایت سرعت کے ساتھ گزرتے ہوئے روشنی کی دھاری کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں ان کی نسبت خیال کیا جاتا ہے کہ وہ نہایت کثیر التعداد چھوٹے چھوٹے اجرام کے ایک طویل سلسلہ کے حصے ہیں جن کے مدار قریب قریب پیل کے دُمار کے مدار پر منطبق ہوتے ہیں۔ اس دُمار کا مدار فی الحقیقت زمین کے مدار کو منقطع کرتا ہے اور زمین اس نقطۂ تقاطع پر تقریباً ۱۴ نومبر کو پہنچتی ہے۔

ان اجرام کے مدار کی طبعی پٹی کے بعض حصے ایسے ہیں جہاں یہ اجرام جگہوں میں مجتمع ہیں اور بعض صورتوں میں ان گروہوں کے درمیان کافی بڑے بڑے وقفے ہوتے ہیں اس طرح زمین ان میں سے کسی نہ کسی گروہ میں سے گزرتی ہے مثلاً ۱۳ نومبر ۱۸۶۶ء کو جب زمین اسی قسم کے ایک جھنڈ میں سے گزری تو فضا کے آسمان لکھوٹے ہوئے شہاب ثاقب سے منور نظر آئی جو نہایت قابل دید نظارہ تھا۔

چونکہ اس جھنڈ کا دوری وقت ۳۳ سال کا ہے اس لیے امید واثق تھی کہ نومبر ۱۸۹۹ء کو بھی ویسا ہی دھچپ اور چکدار منظر دکھائی دیگا۔ لیکن اگرچہ اس مجمع کے منفرد اجرام زمین کے مختلف حصوں سے دیکھے گئے لیکن بہیئت مجموعی نتیجہ نہایت مایوس کن رہا اور اس کی توجیہ میں ہم تخیلات سے زیادہ کوئی قابل وثوق اسباب بیان نہیں کر سکتے۔

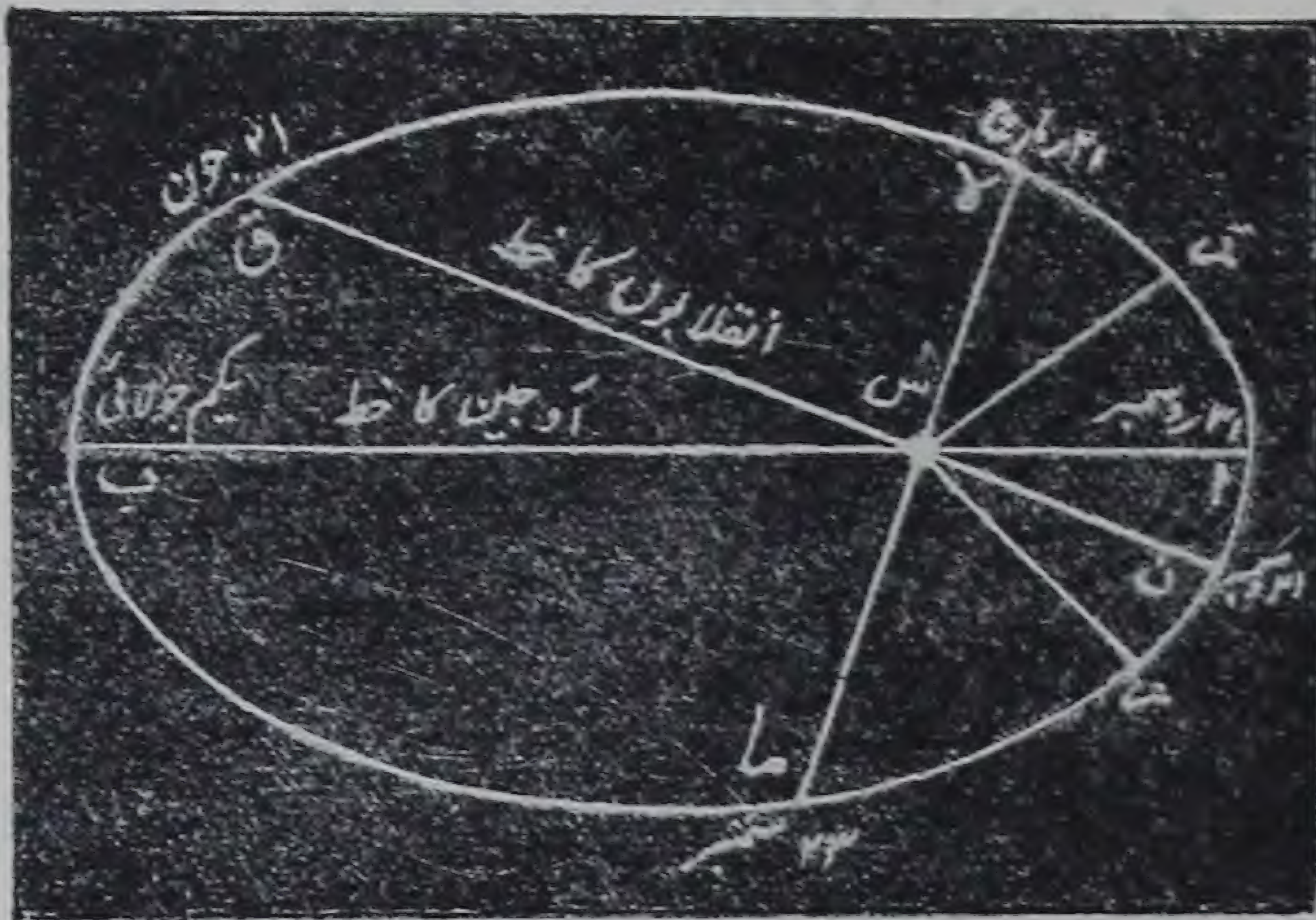
اندرومیدیوں (Andromedes) اور پرشیاوسیوں (Perseids) کی بوجھاروں کے اسباب بھی اسدی شہابوں کی طرح بیان ہو سکتے ہیں۔ اول الذکر کی وجہ یہ ہے کہ سیلا کے مدار کا مدار زمین کے مدار کو جس نقطہ پر کاٹتا ہے وہاں زمین تقریباً ۲۷ نومبر کو پہنچتی ہے۔

۸۴۔ خطِ آوجین۔ زمین یا کسی اور سیارہ کے مدار کے ان نقطوں کو جن پر یہ سورج سے نزدیک ترین یا بعید ترین ہو (حقیض اور اوج) آوجین کہتے ہیں۔ زمین نقطہ ۱ پر ۳۱ دسمبر کو سورج کے نزدیک ترین ہوتی ہے اور مقابل کے بعید ترین نقطہ ۲ پر یکم جولائی کو پہنچتی ہے۔ خط ۱ ب کو آوجین کا خط کہتے ہیں۔ یہ خط صیر کا ناقص کے محورِ اعظم پر منطبق ہوتا ہے۔

نوٹ۔ سورج کا ظاہری قطر بڑے سے بڑا ہوتا ہے جب زمین مقام ۱ پر ہو۔ اور چھوٹے سے چھوٹا ہوتا ہے جب زمین ۲ پر ہو۔ نیز اگر منہ ۱ سے دو ایسے مقامات ہوں کہ $۱س = ۲س$ تو ان مقامات پر سورج کے ظاہری قطر مساوی ہونگے۔ کیونکہ ناقص کے تشاکل سے ظاہر ہے کہ فاصلے میں منہ مساوی ہیں۔

خطِ آوجین کی سمت کی تعیین۔ بظاہر یہ معلوم ہوتا ہے کہ آوجین کے خط کی سمت کا معلوم کر لینا کوئی مشکل امر نہیں ہے کیونکہ یہ سورج کے

اُن دو مقاموں کو معلوم کر لینے سے نہایت آسانی سے معلوم ہو سکتی ہے جب کہ سورج کا



شکل ۲۳

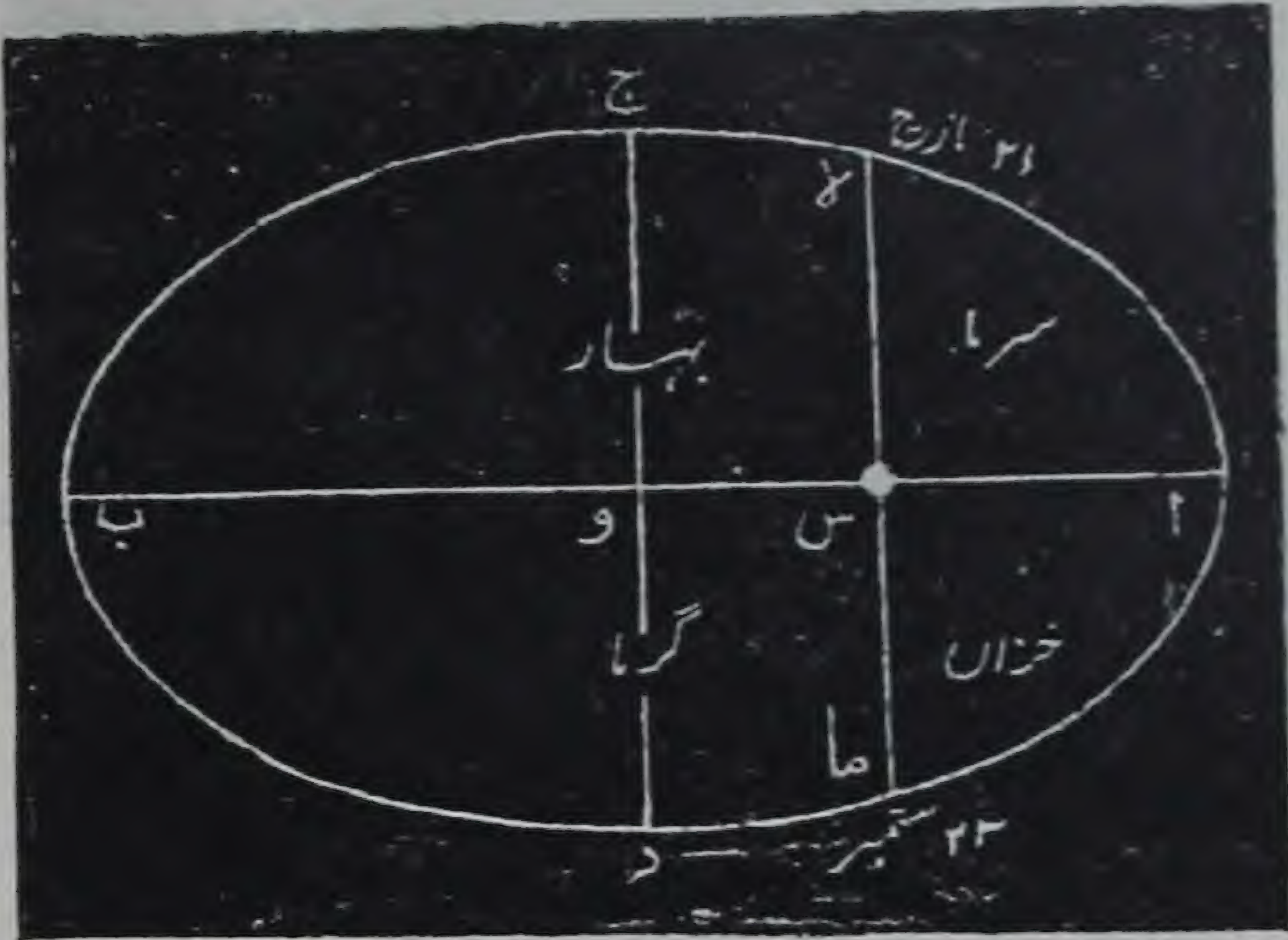
ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ ہو۔ دراصل یہ معلوم کرنا کہ یہ ظاہری قطر کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ کس وقت ہوتا ہے کوئی آسان کام نہیں ہے۔ کیونکہ یہ زمین کے اوجین میں سے گزرنے کے کچھ عرصہ پہلے اور کچھ عرصہ بعد مستقل رہتا ہے۔ پس اس کے معلوم کرنے کے لیے ذیل کا طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ جب حقیض میں سے گزرنے سے کافی عرصہ پہلے زمین کا مقام منہ پر ہو تو سورج کا ظاہری قطر ناپ لیتے ہیں اور طول بلد دیکھ لینے سے اس کے مقام کو طریق شمس پر معلوم کر لیتے ہیں۔ اسی طرح حقیض میں سے گزرنے کے بعد اس مقام کا طول بلد معلوم کر لیتے ہیں جب کہ سورج کا ظاہری قطر وہی ہو جو پہلے تھا۔

فرض کرو کہ اس وقت زمین منہ پر ہے۔ تب ان دونوں طولوں کا اوسط طریق شمس پر کے اس نقطہ کو تعبیر کریگا جہاں سورج زمین کے نقطہ حقیض میں سے گزرنے کے وقت ہوگا۔ اس نقطہ کو زمین کے ساتھ ملانے والا خط اوجین کے خط کی سمت ظاہر کریگا۔

اوجین کے خط کی آہستہ حرکت — خط اوجین کے مقام کو متواتر

کئی سال تک دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ طریق شمس کی سطح مستوی میں یہ خفیف سی راست حرکت بھی رکھتا ہے جو ۲۵ اسی سال کے مساوی ہے۔

۸۵- موسموں کے طول — اگر شکل ۴۴ میں انقلابوں کے وقت زمین کا مقام بالترتیب ن اور ق پر ہو تو خط لا ما (جو س میں سے خط ن ق پر



شکل ۴۵

عمود وار کھینچا گیا ہے) کے سروں لا اور ما سے (دیکھو شکل ۴۴) بالترتیب زمین کے اعتدال ربیع اور اعتدال خریف کے مقام ظاہر ہونگے۔ اس طرح سے زمین کا مدار چار فوسوں لاق، ق، ما، مان، ن لا میں منقسم ہو جاتا ہے جن سے بالترتیب موسم بہار، گرما، خزاں اور سرما کی تعبیر ہوتی ہے۔

یہ چار موسم طول میں مساوی نہیں ہوتے۔ بہار اور گرما ۲۱ مارچ سے ۲۲ ستمبر تک رہتے ہیں اور خزاں اور سرما سے جو ۲۳ ستمبر سے ۲۱ مارچ تک رہتے ہیں تقریباً ۸ دن زیادہ لمبے ہوتے ہیں۔ اس عدم تساوی کی وجہ کپلر کے دوسرے کلیہ کی مدد سے آسانی ہو سکتی ہے۔

فرض کرو کہ اب انقلاب کا خط ہے (دیکھو شکل ۴۵) جو آسانی کی خاطر خط آوجین پر منطبق فرض کیا گیا ہے۔ لا ما اعتدالین کا خط ہے اور ج د ناقص کا محور اصغر ہے یعنی ناقص کے مرکز و میں سے اب پر عمود ہے۔ اب چونکہ ج د ناقص کے رقبہ کی تنصیف کرتا ہے اس لیے

رقبہ ج ب د = رقبہ ج ا د

رقبہ ج ب د < رقبہ لا ا ما

صریحاً رقبہ لا ب ما < رقبہ لا ا ما

لیکن چونکہ مساوی رقبے مساوی وقتوں میں مرتسم ہوتے ہیں اس لیے ظاہر ہے کہ بہار اور گرما کا مجموعی طول خزاں اور سرما کے مجموعی طول سے زیادہ ہے۔ لہذا چار موسموں کے طول حسب ذیل ہیں:-

بہار	گرما	خرزاں	سرما
۹۲ دن $\frac{۳}{۴}$ گھنٹے	۹۳ دن $\frac{۱}{۴}$ گھنٹے	۸۹ دن $\frac{۱}{۴}$ گھنٹے	۸۹ دن $\frac{۱}{۴}$ گھنٹے

مدارِ ارض کا خروج المركز

۸۶- تعریف۔ ناقص کے مرکز اور ماسکہ کے درمیانی فاصلہ کو اس کے نصف محورِ اعظم سے جو نسبت ہوتی ہے اُس کو خروج المركز کہتے ہیں۔ پس

$$\text{خروج المركز} = \frac{و س}{۲} \quad (\text{شکل ۲۵})$$

ہم زمین کے مدار کے خروج المركز کو سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے ظاہری قطروں کی رقوم میں بیان کر سکتے ہیں۔

$$\text{چونکہ} \quad و س = \frac{۱}{۴} (س ب - س ا)$$

$$و ا = \frac{۱}{۴} (س ب + س ا)$$

$$\therefore \text{نر} = \frac{س ب - س ا}{س ب + س ا}$$

لیکن س ا اور س ب بالترتیب ا اور ب پر سورج کے ظاہری قطروں کے بالعکس متناسب ہیں۔ پس اگر ظاہری قطرق اور ق ہوں تو

$$\text{نر} = \frac{\frac{۱}{ق} - \frac{۱}{ق}}{\frac{۱}{ق} + \frac{۱}{ق}} = \frac{ق - ق}{ق + ق}$$

پس مدارِ ارض کا خروج اہل مرکز سورج کے بڑے سے بڑے اور چھوٹے سے چھوٹے
ظاہری قطروں کے فرق کو ان کے حاصل جمع پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔

مثال - سورج کا بڑے سے بڑا ظاہری قطر ۳۲' ۳۶" ہے اور چھوٹے سے چھوٹا
۳۱' ۳۲"۔ اس سے زمین کے مدار کا خروج مرکز محسوب کرو۔

$$\text{یہاں نر} = \frac{ق - ق'}{ق + ق'} = \frac{۱۸۹۲ - ۱۹۵۶}{۱۸۹۲ + ۱۹۵۶} = \frac{۱}{۶۰} \text{ تقریباً}$$

عام مثالیں

۱ - سورج سے ایک سیارہ کا ابتداء ۵۰° ہے۔ کیا یہ سیارہ سفلی ہے یا علوی؟
جواب علوی (نتیجہ صریح دفعہ ۵۹)

۲ - ایک سیارہ تریح میں ہے۔ کیا یہ سفلی ہے یا علوی؟ جواب علوی
۳ - ایک دور بین کے ذریعہ دو سیارے دیکھے گئے ہیں۔ ایک سیارہ پتلے ہلال کی
شکل میں ہے اور دوسرا نصف دائرے کی شکل میں نمایاں ہے۔ بتاؤ کہ یہ سیارے سفلی ہیں
یا علوی۔ جواب دونوں سفلی (دفعہ ۶۲)

۴ - زمین اور سورج کے محاذی ایک سیارہ پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کا خارجی زاویہ
۱۲۰° کا ہے۔ بتاؤ سیارہ کا جو نصف کرہ زمین کے سامنے ہے اُس کا کس قدر حصہ روشن ہے
جواب ۱/۲ (دفعہ ۶۱)

۵ - مشق (۴) میں اس کے مرئی منور حصہ کی جو ظاہری چوڑائی اس کے چوڑے سے
چوڑے حصہ پر ہے اس کی نسبت، سیارہ کے پورے قرص کے ظاہری قطر کے ساتھ معلوم کرو۔
(دفعہ ۶۲)۔

$$\text{یہاں} \quad \frac{\text{ظاہری چوڑائی}}{\text{سیارہ کا قطر}} = \frac{\text{رہم الجیب } ۹۲۰}{۲۲}$$

$$= \frac{ر (۱ - \text{جہم } ۱۲۰)}{۲۲} = \frac{ر (۱ + \frac{۱}{۲})}{۲۲} = \frac{۳}{۴} = \frac{۳}{۴}$$

۶ - ایک سیارہ کا سورج سے بڑے سے بڑا ابتداء جو زمین سے مشاہدہ کیا گیا ہے

۳۔ سورج سے زمین کے فاصلے کو ۹ کروڑ ۲۰ لاکھ میل مان کر سیارہ مذکور کے مدار کا نصف قطر معلوم کرو۔
جواب ۴ کروڑ ۶۰ لاکھ میل۔

۷۔ زمین اپنے مدار پر جس رفتار سے حرکت کرتی ہے اُس کی تقریبی قیمت فی ثانیہ میلوں کی رقوم میں محسوب کرو۔
جواب ۱۸۵۳

۸۔ اگر زحل کے دو متواتر مقاموں میں ۳۷۸ دن کا عرصہ ہو تو زحل کے سال کا طول معلوم کرو۔

$$\text{یہاں} \quad \frac{1}{345625} - \frac{1}{Y} = \frac{1}{368} \text{ (دفعہ ۶۷)}$$

$$\text{حل کرنے سے} \quad Y = 1082864 \text{ دن}$$

$$= 2954 \text{ سال}$$

۹۔ عطارد کا دوری وقت ۸۸ دن کا ہے۔ اس کے دو متواتر ادنیٰ اقترانوں کے درمیان کتنا وقفہ ہوگا۔

$$\text{یہاں} \quad \frac{1}{T} = \frac{1}{345625} - \frac{1}{88}$$

$$\text{حل کرنے سے} \quad T = 11569 \text{ دن}$$

۱۰۔ سورج سے زہرہ کا اوسط فاصلہ زمین کے فاصلہ کا تقریباً ۷۷ گنا ہے، کیلر کے کلیوں کی مدد سے زہرہ کا دوری وقت معلوم کرو۔

یہاں کیلر کے تیسرے کلیہ کی رُو سے

$$T^2 : T'^2 = R : R'$$

$$\text{یعنی} \quad T^2 : T'^2 = (345625)^2 : (77)^2$$

$$T = \sqrt{(345625)^2 \times (77)^2} = 223 \text{ دن تقریباً}$$

۱۱۔ بوڈ (Bode) کے کلیہ کی رُو سے سورج سے مختلف سیاروں کے جو فاصلے

ہیں اُن کو درست تسلیم کر کے (۱) عطارد کا (۲) زحل کا دوری وقت معلوم کرو۔

$$\text{جواب} \quad (۱) ۹۰.۵۱۱ \text{ دن} \\ (۲) ۱۱۵۵۰.۶۳ \text{ دن}$$

۱۲۔ اگر کوئی ستارہ سورج سے ۵ لاکھ میل کے فاصلہ پر اس کے گرد گردش کرتا تو بتاؤ کہ اس کا دوری وقت کیا ہوتا۔

جواب $\frac{1}{3}$ گھنٹے تقریباً

۱۳۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ دُمدار تاروں کی رفتار حسیض پر ان کے مداروں کے کسی دوسرے مقام کی نسبت زیادہ تیز ہوتی ہے۔ (کیپلو کا دوسرا کلیہ)

۱۴۔ مریخ کے دو تابع ہیں جن کے دوری وقت تقریباً ۳۰ گھنٹے اور $\frac{1}{4}$ گھنٹے ہیں۔ مریخ سے ان کے اوسط فاصلوں کی نسبت معلوم کرو۔

چونکہ کیپلو کے کلیہ کا اطلاق توابع کی حرکتوں پر بھی ہوتا ہے اس لیے

$$T^2 : T'^2 = R^3 : R'^3$$

$$T^2 : T'^2 = (R^3) : (R'^3)$$

یعنی

$$T^2 : T'^2 = 2 : 3$$

یا

$$T : T' = 1 : \sqrt{3}$$

پس مریخ سے ان کے اوسط فاصلوں کی نسبت

$$R^3 : R'^3 = 1 : 2 \text{ یعنی } R : R' = 1 : \sqrt[3]{2} \text{ ہے۔}$$

۱۵۔ عطارد کی رفتار اپنے مدار پر ۳۰ میل فی ثانیہ ہے۔ اس سے

زحل کی رفتار محسوب کرو۔

$$F : F' = R^3 : R'^3$$

یہاں

(کلیہ بوڈ)

$$F : F' = R^3 : R'^3$$

یا
یا
یا

$$F : F' = 10 : 2$$

$$F = 10 \text{ یعنی } F = 10 \text{ میل فی ثانیہ}$$

۱۶۔ مریخ کے تابع ۵ ستمبر ۱۸۷۷ء کو معلوم کیے گئے، یہ تاریخ مریخ کے

مشاہدہ کے لیے سب سے زیادہ موزوں کیوں تھی؟

[دفعہ ۷۷]

سیاروں کے ناموں و دوروں وغیرہ کی جدول

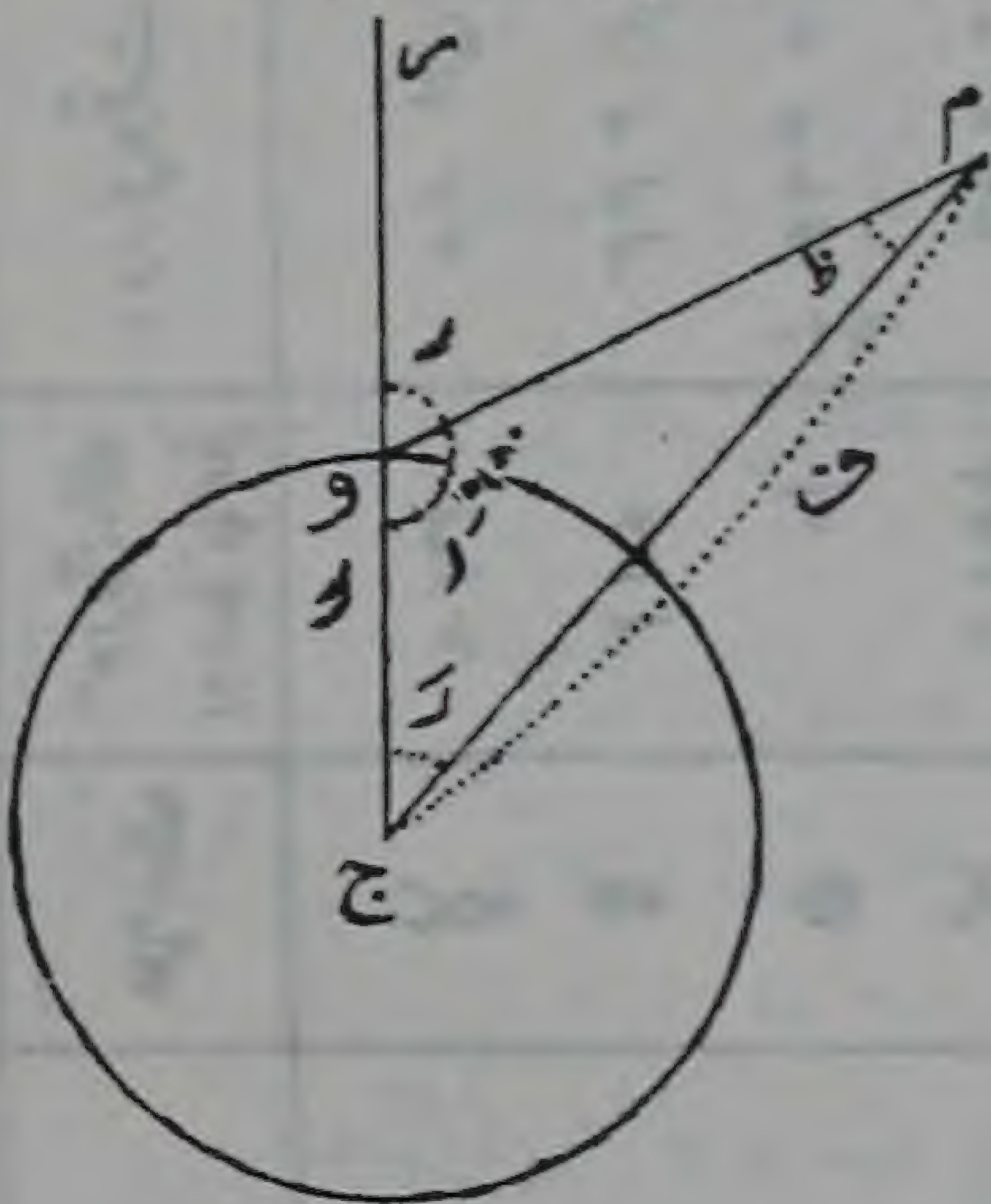
نام	علامت	سورج سے اوسط فاصلہ	دوری وقت	اجتماعی دور	قطر جب کدزین کا	رفتاری ثنائیہ	دارکازار میلان	توسیس جو وہ
عطارد	☿	۳۶۸	۸۸ دن	۱۱۵۶۹ دن	۳۶۸	۳۰	۰° ۲۳'	۱۲°
زہرہ	♀	۷۲	۲۲۳ دن	۵۸۴ دن	۹۶۶	۲۱ ۱/۲	۲۳°	۱۶°
زمین	♁	۱۰	۳۶۵ ۱/۲ دن	—	۱۰	۱۸ ۱/۲	—	—
مریخ	♂	۱۵۶۲	۶۸۶ دن	۷۸۰ دن	۵۱۳	۱۵	۵۱°	۱۸°
بھیات	♂	۲۶۵۵	۳-۸ سال	—	—	—	—	—
مشتری	♃	۵۲	۱۲ دن	۳۹۹ دن	۱۱۰۶۳	۸	۱۹°	۹°
زحل	♄	۹۵۶۳	۲۹ ۱/۲ دن	۳۷۸ دن	۹۱	۶	۳۰°	۶°
ہرشل	♅	۱۹۱۵۸	۸۳ دن	۳۶۹۶۷ دن	۳۱۶۶	۲ ۱/۲	۲۶°	۲°
ہیگن	♆	۳۰۰۶۵	۱۶۵ دن	۳۶۷۷۵ دن	۲۶	۳ ۱/۲	۲۷°	۳°

ساتواں باب

اختلافِ منظر

۸۷۔ تعریف۔ کسی جرم کے یومیہ اختلافِ منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو مشاہدہ کنندہ میں سے گزرنے والے نصف قطرِ ارضی کے محاذی جرم مذکور پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر ج زمین کا مرکز ہو اور مشاہدہ کنندہ کا مقام و ہو تو جرم م کا اختلافِ منظر وہ زاویہ ہے جو ج و کے محاذی م پر بنتا ہے یعنی \angle ج م ظ۔

ثابت ستارے



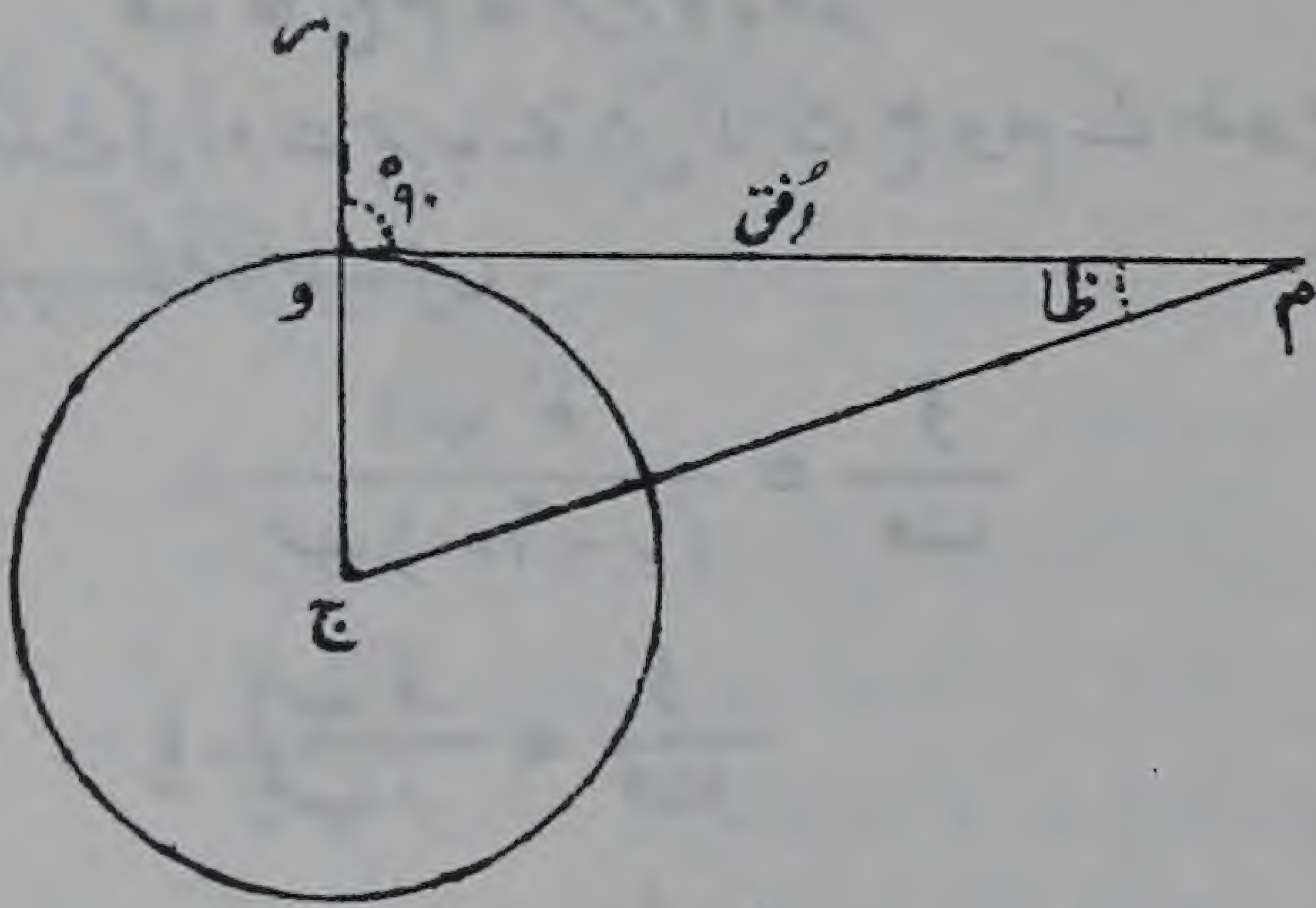
شکل ۳۶

ہم سے اس قدر دور و دراز فاصلوں پر واقع ہیں کہ ہم ان خطوں کو جو ستارہ مذکور کو مشاہدہ کنندہ اور زمین کے مرکز سے وصل کرتے ہیں عملاً متوازی خیال کر سکتے ہیں اور ان کا اختلافِ منظر صفر ہوتا ہے۔ تمثیلی طور پر یہ اندازہ لگانے کے لیے کہ یہ

زاویہ کس قدر چھوٹا ہوگا طالب علم کو چاہیے کہ پتھر کی ایک گولی لے جس کا قطر تقریباً

ایک انچ ہو اور خیال کر لے کہ اس کے محاذی ... امیل کے فاصلہ پر کے ایک نقطہ پر کیا زاویہ بنیگا۔ ہمارے نازک ترین آلہ سے بھی یہ پایا نہیں جاسکیگا اور زمین کے نصف قطر کے محاذی قریب ترین ثابت ستارے کے محاذی جو زاویہ بنتا ہے وہ تو اس کے بھی سوئیں حصہ سے کم ہے۔ لیکن ستارے اور نیز سورج اور چاند متقابلہ ہمارے زیادہ نزدیک ہیں اور زمین کے مرکز اور مشاہدہ کنندہ سے ستارہ کی سمتوں کا فرق کافی بڑا ہے اور پیمائش میں آسکتا ہے۔ نیز اگر ان اجرام کو زمین کے دو مختلف مقاموں سے مشاہدہ کیا جائے تو بھی یہ سمتیں ٹھیک ٹھیک وہی نہیں رہتیں۔ اس لیے تمام مشاہدہ کنندے اپنے مشاہدات کی تحویل اسی طرح کر لیتے ہیں گویا کہ وہ زمین کے مرکز پر کھڑے ہیں، اس تفصیح کو اختلافِ منظر کی تفصیح کہتے ہیں۔ اجرام کے میل اور صعود و مستقیم وغیرہ جو بحری جہتوں میں درج ہوتے ہیں وہ زمین کے مرکز کے لحاظ سے ہوتے ہیں۔

تعریف۔ جب کوئی جرم افق پر ہو تو اس کے اختلافِ منظر کو افقی اختلافِ منظر



شکل ۲۷

کہتے ہیں۔ مثلاً اگر جرم م مشاہدہ کنندہ و کے افق پر ہو تو زاویہ ظا افقی اختلافِ منظر ہوگا۔

۸۸۔ کسی جرم پر اختلافِ منظر کا اثر یہ ہوتا ہے کہ وہ آسمان پر زیادہ نیچے دکھائی دیتا ہے۔

کیونکہ اگر مشاہدہ کنندہ کا مقام وہو (دیکھو شکل ۴۶) تو وہ یعنی وہیں سے گزرنے والا نصف قطر مدودہ راس کی سمت ہوگا اور وہ سے مشاہدہ کرنے میں جرم مذکور کا راسی فاصلہ Δ ہوگا۔ نیز زمین کے مرکز پر سے مشاہدہ کرنے میں راسی فاصلہ Δ_r ہوگا۔

$$\text{لیکن } \Delta_r = \Delta + \Delta_\phi$$

یعنی ظاہری راسی فاصلہ = اصلی راسی فاصلہ + اختلاف منظر
پس ج پر سے دیکھنے کی نسبت و پر سے دیکھنے میں جرم مذکور مقابلہ نیچے دکھائی دیتا ہے۔

کسی جرم کے اختلاف منظر کی تعیین جب کہ اس کا راسی فاصلہ معلوم ہو۔
و = زمین کا نصف قطر (شکل ۴۶)
ف = ج م = جرم کا فاصلہ
علم مثلث کی رُو سے ہم جانتے ہیں کہ Δ ج و م کے اضلاع مقابل کے زاویوں کی جیبوب کے متناسب ہیں۔

$$\therefore \frac{\sin \Delta}{\sin \phi} = \frac{\text{جب } \Delta}{\text{جب } \phi}$$

$$\text{یا } \frac{\sin \Delta}{\sin \phi} = \frac{\text{جب } \Delta}{\text{جب } \phi}$$

$$\therefore \text{جب } \Delta = \frac{\sin \Delta}{\sin \phi} \text{ جب } \phi$$

لیکن چونکہ Δ ہمیشہ بہت چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اس لیے جب $\Delta = \phi$ (قوسی پیمانہ میں)

$$\therefore \Delta = \frac{\sin \Delta}{\sin \phi} \text{ جب } \phi$$

لیکن جب جرم افق پر ہو تو $\phi = 90^\circ$ اور Δ افقی اختلاف منظر یعنی Δ_a کو

تعبیر کرتا ہے۔

$$\therefore \text{ظا} = \frac{1}{\text{ق}} \text{ جب } 90^\circ = \frac{1}{\text{ق}}$$

یہ قیمت درج کرنے سے

$$\text{ظ} = \text{ظا جب ر}$$

یا اختلافِ منظر = اُفقِ اختلافِ منظر x ظاہری راسی فاصلہ کی جیب۔

پس کسی جرم کا اختلافِ منظر اس کے ظاہری راسی فاصلہ کی جیب کے متناسب ہوتا ہے۔

چونکہ جب ر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب ر = 90° اس لیے ظاہری کہ اختلافِ منظر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوگا جب کہ جرم اُفق پر ہو۔

مثالیں

۱۔ اگر سورج کا ارتفاع 40° مشاہدہ ہو اور اختلافِ منظر 33° 44' ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو۔

یہاں چونکہ اختلافِ منظر کی وجہ سے جرم زیادہ نیچے نظر آتا ہے۔

اصلی ارتفاع = مشاہدہ کردہ ارتفاع + اختلافِ منظر

اس لیے اصلی ارتفاع = 40° + 33° 44' = 73° 44'

۲۔ چاند کا اُفقِ اختلافِ منظر 54° 4' ہے، اگر اس کا مشاہدہ کردہ ارتفاع 40° ہو تو اس کا اصلی ارتفاع محسوب کرو۔

یہاں ظ = ظا جب ر اور ر = 90° - 40° = 50°

$$\therefore \text{ظ} = (54^\circ 4') \text{ جب } 50^\circ = \frac{1}{4} (54^\circ 4') = 33^\circ 28'$$

اس لیے اصلی ارتفاع = 40° + 33° 28' = 73° 28'

۳۔ سورج کا اُفقِ اختلافِ منظر 8° 48' ہے۔ اگر اس کا راسی فاصلہ 40° مشاہدہ کیا جائے تو اس کا اصلی راسی فاصلہ معلوم کرو۔

یہاں

ظ = ظا جب ر

$$\text{یا ظ} = ۸۵۸^{\circ} \text{ جب } ۹۰^{\circ} = \frac{۳۶۰}{۲} \times ۸۵۸ = ۱۵۶۶۰$$

اس لیے اصلی راسی فاصلہ = $۹۰^{\circ} - ۱۵۶۶۰ = ۵۹^{\circ} ۵۲۶۲$

کسی جرم کا افقی اختلافِ منظر دیا ہوا ہو تو اس کا راسی فاصلہ معلوم کرو اور برعکس اسکے۔

ہم ابھی دیکھ چکے ہیں کہ ظا = $\frac{۱}{\text{ف}}$ ، لیکن اس میں ظا قوسی پیمانہ میں بیان کیا گیا ہے۔ پس اگر اس کو ثانیوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{\text{ظا}}{۲۰۶۲۶۵} = \frac{۱}{\text{ف}}$$

مثالیں

۱۔ چاند کا افقی اختلافِ منظر ۵۷° معلوم ہے۔ اگر زمین کا نصف قطر ۳۰۰۰ میل ہو تو اس کا فاصلہ زمین سے معلوم کرو۔

جواب دو لاکھ ۴۰ ہزار میل تقریباً

۲۔ سورج کا افقی اختلافِ منظر ۸۵۸° ہے۔ زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرو۔

جواب ۹ کروڑ ۳۷ لاکھ میل۔

۳۔ چاند کا فاصلہ زمین کے نصف قطر کا ۶۰ گنا ہے، اس کا افقی اختلافِ منظر

معلوم کرو۔

$$\text{یہاں } \frac{\text{ظا}}{۲۰۶۲۶۵} = \frac{۱}{\text{ف}} = \frac{۱}{۶۰}$$

$$\therefore \text{ظا} = ۱۲۵۷۰$$

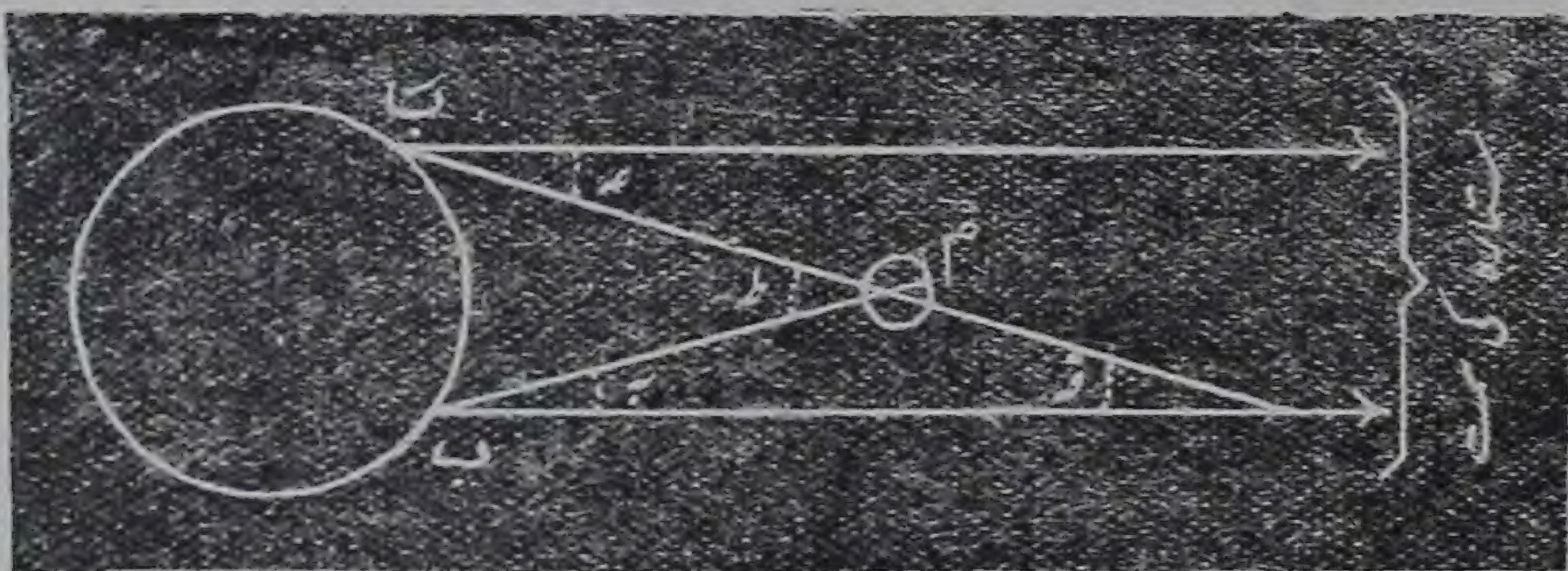
۸۹۔ اختلافِ منظر سے کسی جرم کے مقام کا تغیر بھی انعطاف کے تغیر کی طرح

جرم مذکور میں سے گزرنے والے دائرہ انتصابی کی سمت میں ہوتا ہے۔ پس اختلافِ منظر اور انعطاف دونوں سے جرم کے سمت میں کوئی فرق نہیں آتا۔ ہم دیکھ چکے ہیں (صفحہ ۳۹)

الغلاف جرم کے فاصلہ پر موقوف نہیں کیونکہ شعاعیں صرف کرہ ہوائی میں داخل ہونے کے بعد منعطف ہوتی ہیں لیکن اختلافِ منظر کی حالت مختلف ہے۔ جوں جوں جرم کا فاصلہ بڑھتا جاتا ہے اختلافِ منظر کم ہوتا جاتا ہے چاند کا اختلافِ منظر ۵ ثانیہ ہے لیکن سورج کا جو چاند کی نسبت بہت زیادہ فاصلہ پر ہے، تقریباً ۸ سے اور باقی ستارے تو اس قدر دور ہیں کہ ان کا اختلافِ منظر صفر ہے۔ چاند کے سوائے باقی سب جرم اختلافِ منظر سے جتنا نیچے اترتے ہیں انعطاف کی وجہ سے اس سے کہیں زیادہ اوپر اٹھ کر معلوم ہوتے ہیں مثلاً افقی انعطاف ۳۴ کے مساوی ہوتا ہے اور ہم یہ بھی دیکھ چکے ہیں کہ جب سورج افق پر ہو تو اختلافِ منظر کی وجہ سے یہ صرف ۸ نیچے اتر جاتا ہے لیکن چاند کی صورت میں اختلافِ منظر کا اثر انعطاف کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے پس دونوں کے مجموعی اثر سے چاند نیچے اتر جاتا ہے۔

زمین کی سطح پر دو بعید الفضل مقامات تقریباً ایک ہی نصف النہار پر واقع ہیں ان کے محاذی چاند یا کسی ستارے پر جو زاویہ بنتا ہے اسے معلوم کرو۔

۹۰۔ فرض کرو کہ ب، ب زمین کی سطح پر دو دور دور کے مقامات ہیں جو قریب قریب ایک ہی نصف النہار پر واقع ہیں (گرینج اور راس امید اس مطلب کے لئے بہت موزوں ہیں)۔ ہم چاند یا کسی ستارہ کا مقام ہے جب کہ ب، ب کے نصف النہار پر ہو۔ اب ب، ب سے کسی ثابت ستارہ کو مشاہدہ کرو جو حتیٰ الوسع آسمان کے اسی حصہ



میں واقع ہو جس میں م ہے تب ان کے میلوں اور صعودِ مستقیم میں جو اختلاف ہوگا وہ نہایت خفیف ہوگا۔ نیز ب، ب سے جو خط ستارہ مذکور کی سمت میں کھینچے جائینگے وہ تقریباً متوازی ہونگے کیونکہ ستارہ زمین سے نہایت دور و دراز فاصلہ پر ہے۔

زاویہ ع اور بہ جو بالترتیب ب اور ب پر چاند اور ستارہ کے زاویہ فاصلے ہیں خردہ پیمائوں کے ذریعہ احتیاط سے ناپ لیے جاتے ہیں، لیکن

$$\Delta ط = \Delta ب + \Delta ف$$

اور $\Delta ف = \Delta ع$ متوازی خطوں کی رو سے

$$\Delta ط = \Delta ع + \Delta ب$$

اس لیے چونکہ ع اور ب معلوم ہیں اس لیے ط معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر مقامات ب اور ب ایک ہی نصف النہار پر نہ ہوں تو چونکہ مشاہد کنندہ ایک ہی وقت پیمائشیں نہ کرینگے اس لیے ان کو چاہیے کہ اس امر کو ملحوظ رکھیں کہ چاند یا ستارہ کو ایک مشاہدہ کنندہ کے نصف النہار سے دوسرے کے نصف النہار پر آنے میں کچھ وقت لگتا ہے اور اس وقت میں سیارہ مذکور (اپنی مداری حرکت کی وجہ سے) کچھ نہ کچھ فاصلہ ہٹ جاتا ہے، لہذا اس ہٹاؤ کی بنا پر مناسب تصحیح کر لیں۔

چاند یا کسی سیارہ کے افقی اختلافِ منظر کی تعیین

۹۱۔ حسبِ سابق زمین کے ایک ہی نصف النہار پر شمالی اور جنوبی نصف

کروں میں دو مقامات ب اور ب (شکل ۴۹) منتخب کر لیے جاتے ہیں۔ تب ایک ہی وقت چاند یا سیارہ م کے نصف النہاری راسی فاصلے آ لہ نصف النہاری دائرہ کی مدد سے ناپ لیے جاتے ہیں۔ فرض کرو کہ یہ ر اور ر ہیں جب کہ ب اور ب کے راسی نقطوں کی سمتیں بالترتیب و س اور و س ہیں۔ نیز فرض کرو کہ افقی اختلافِ منظر ظا ہے۔ اب دفعہ ۸۸ کی رو سے

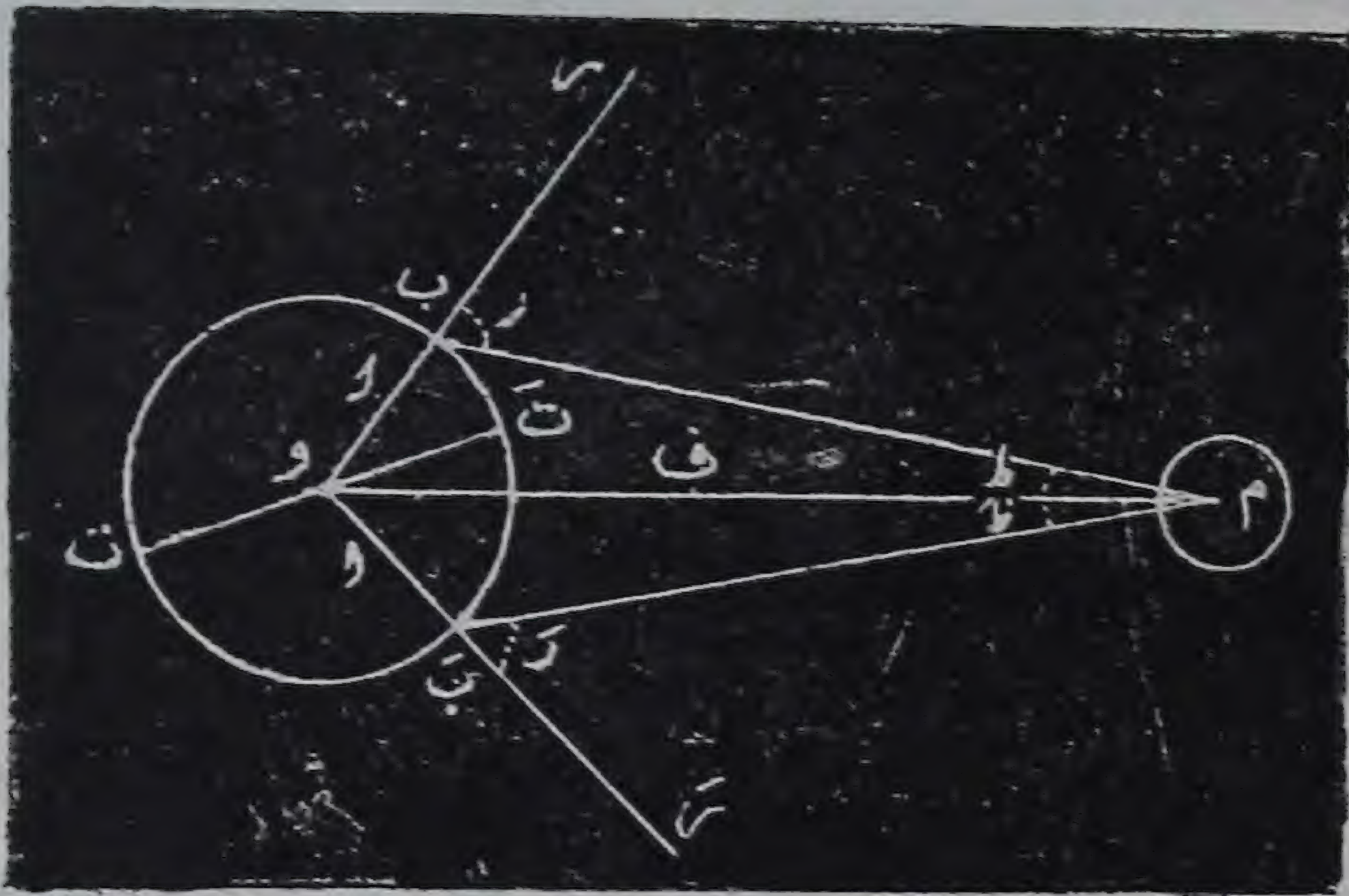
$$\Delta ط = \frac{1}{\sin} جب ر = \Delta ط جب ر$$

$$\Delta ط = \frac{1}{\sin} جب ر = \Delta ط جب ر$$

اور

$$\Delta ط + \Delta ط = \Delta ط (جب ر + جب ر)$$

$$\therefore \text{ظا} = \frac{\text{ظ} + \text{ظا}}{\text{جب ر + جب ر}}$$



شکل ۲۹

لیکن ظ + ظ معلوم ہے کیونکہ یہ وہ زاویہ ہے جو ب اور ب کے محاذی م پر بنتا ہے (دفعہ ۹۰) اور ر اور ر مشاہدہ سے معلوم ہو سکتے ہیں، اس لیے افقی اختلاف منظر ظا معلوم ہو سکتا ہے۔ اس طریقہ میں انعطاف کی وجہ سے کسی اہم غلطی کے پیدا ہونے کا اندیشہ نہیں کیونکہ دفعہ ۹۰ میں چاند اور ثابت ستارہ دونوں آسمان پر تقریباً ایک ہی مقام پر ہیں اور اس لیے دونوں پر انعطاف کا اثر تقریباً مساوی ہوتا ہے۔ پس ظ + ظ کی قیمت نہایت صحت کے ساتھ حاصل ہو سکتی ہے۔

افقی اختلاف منظر کے لیے اس جواب کو ایک اور شکل میں بھی لکھا جاسکتا ہے۔ خط استوا ت ت کھینچو۔ اور فرض کرو کہ ب اور ب کے عرض بلد بالترتیب لہ اولہ ہیں۔

$$\therefore \text{د س و ت} = \text{لہ اور د س و ت} = \text{لہ}$$

لیکن (اقلیدس م اشش ۳۲)

$$\text{د ر + د ر} = \text{د س و م} + \text{د س و م} + \text{د ظ} + \text{د ظ}$$

$$\text{ر + ر} = \text{لہ} + \text{لہ} + \text{ظ} + \text{ظ}$$

یا

$$\text{ظ} + \text{ظ} = \text{ر} + \text{ر} - \text{لہ} - \text{لہ}$$

$$\text{یہ قیمت درج کرنے سے ظا} = \frac{\text{ر} + \text{ر} - \text{لہ} - \text{لہ}}$$

جب ر + جب ر

اس طریقہ سے سورج کا اختلافِ منظر معلوم کرنا ناممکن ہے کیونکہ اس کی شعاعوں کے اشتداد کی وجہ سے اس کے نزدیک کے ستارے دیکھے نہیں جاسکتے۔ لیکن اُس کو بالواسطہ بطریقِ ذیل محسوب کیا جاسکتا ہے۔

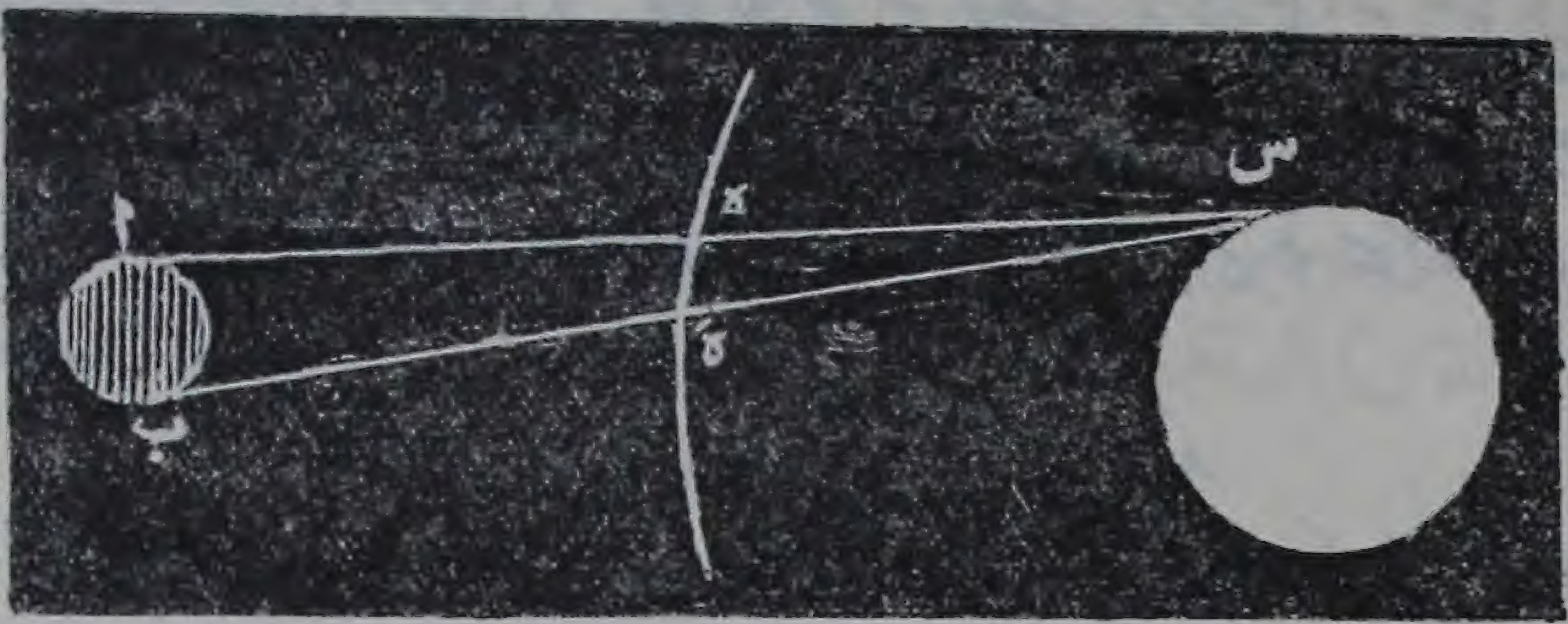
جب مرتبِ مخالفہ میں ہوتو فرض کرو مندرجہ بالا طریقہ سے اس کا اختلافِ منظر معلوم کیا گیا ہے اس سے مرتبِ مخالفہ کا فاصلہ زمین سے معلوم ہو جاتا ہے (دفعہ ۸۸)۔ اب ظاہر ہے کہ یہ فاصلہ ر - ر کے مساوی ہے جہاں ر اور ر سورج سے بالترتیب مرتبِ مخالفہ اور زمین کے فاصلے ہیں۔ لیکن ر اور ر کی نسبت کیا رکے تیسرے کلیہ کی رو سے معلوم ہو سکتی ہے۔ پس حل کرنے سے ہم ر یعنی سورج کا فاصلہ زمین سے معلوم کر سکتے ہیں اس سے دفعہ ۸۸ کی بنا پر سورج کا اختلافِ منظر نکال سکتے ہیں۔

لیکن سورج کے اختلافِ منظر اور اس لئے زمین سے اس کا فاصلہ معلوم کرنے کا بہترین طریقہ اس کے قرص پر سے زہرہ کے مرور کے مشاہدات پر مبنی ہے (دیکھو دفعہ ۷۶) جو حسبِ ذیل ہے:-

سورج کا اختلافِ منظر معلوم کرنے کے لیے ڈے (۱ میل کا طرّف)

۹۲ - دو مقام ۱ اور ۲ (دیکھو شکل ۵۵) ایسے منتخب کیے جاتے ہیں جو دونوں زمین کے خطِ استوا ۱ ب کے قریب ہوں اور جن کا درمیانی فاصلہ حتی الامکان زیادہ ہو۔ اب آسانی کے لیے فرض کرو کہ سورج اور زہرہ کا مدار ۵۵ دونوں خطِ استوا ۱ ب کی سطحِ مستوی میں ہیں۔ ۱ س اور ۲ س سورج کے تماس کھینچو۔

۱ پر کا مشاہدہ کنندہ وہ وقت دیکھ لیتا ہے جب کہ زہرہ کا داخلی تماس واقع ہوتا ہے اور یہ اُس وقت ہوتا ہے جب کہ زہرہ مقام ۵۵ پر ہو اور خط ۲ س کو داخلی طور پر مس کرے۔ اسی قسم کے مشاہدہ ۲ پر کر لیتے ہیں جہاں زہرہ کا داخلی تماس ۵۵ پر واقع ہوتا ہے۔



شکل پنجم

دونوں مشاہدات کے اوقات کو گریج کے وقت میں تحویل کر لیتے ہیں جس سے
 ۲ اور ب کے اختلاف طول بلد کی وجہ سے جو غلطی ہوتی ہے وہ رفع ہو جاتی ہے۔ دونوں
 جوابوں کا فرق وقت کے اُس وقفہ کو تعبیر کرتا ہے جس میں کہ زہرہ سورج کے گرد زاویہ
 ۵ س ۵ میں سے گھومتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ (طالب علم کو یاد رہے کہ ہم یہاں زمین کو
 ساکن خیال کر رہے ہیں اور سورج کے گرد زہرہ کی زاویائی رفتار کو اتنی فرض کر رہے ہیں
 جتنی کہ اُس کی اصلی زاویائی رفتار زمین کی اصلی زاویائی رفتار سے زیادہ ہے) لیکن جس شرح
 سے زاویہ ۵ س ۵ بنتا ہے وہ ہمیں معلوم ہے کیونکہ یہ وہ شرح ہے کہ اس سے دور وضعی
 ہیں ۳۶۰° زاویہ طے ہوتا ہے۔ اس سے ہم زاویہ ۵ س ۵ یا ۲ س ۲ ب محسوب
 کر سکتے ہیں اور جب ہمیں یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ زمین پر کے دو دور دور کے مقامات کے
 محاذی سورج پر کیا زاویہ بنتا ہے تو اس سے ہم دفعہ ۹ کی مدد سے سورج کا اُفق
 اختلاف منظر اور بناء علیہ زمین سے سورج کا فاصلہ دریافت کر سکتے ہیں۔

علیٰ طور پر جب اس طریقہ سے کام لیا جاتا ہے تو اس میں بہت سی دقتیں
 پیش آتی ہیں اور ان میں سے زیادہ اہم دقت طریق شمس کے ساتھ زہرہ کے مدار کا
 میلان ہے۔

دُعا لائیل کے طریقہ میں دونوں مقامات کے طول بلد کا پوری صحت کے ساتھ

لے اس میں س کو سورج کے مرکز پر منطبق خیال کیا جاتا ہے۔

ہیلی کا یعنی وقفوں کا طریقہ

شکل ۵۱

فرض کرو کہ زہرہ ۵ ہے اور ۱، ب اور کا کی سطح مستوی کاغذ کی سطح مستوی ہے، طالب علم کو یاد رہے کہ اُس دائرہ کی سطح مستوی جس کا مرکز س ہے اور جو سورج کے قرص کو تعبیر کرتا ہے کاغذ کی سطح مستوی پر عمود وار ہے۔ جو شخص ۱ پر کھڑا ہے اُس کو زہرہ اپنی ظاہری حرکت میں جو تیر کی علامت سے دکھائی گئی ہے سورج کے قرص پر سے خط ق ق کی سمت میں گزرتا ہوا دکھائی دے گا اور جو شخص ب پر کھڑا ہے اُس کو ل کی سمت میں معلوم ہوگا۔ دونوں صورتوں میں مرور کی مدت مشاہدہ کر لی جاتی ہے۔ اب ہم اُس رفتار کو جس سے زہرہ سورج کے قرص پر سے گزرتا ہوا دکھائی دیتا ہے محسوب کر سکتے ہیں (دیکھو مشق ۴ صفحہ ۱۳۳) اور یہ رفتار بقدر ۴ (زاویہ) فی منٹ (وقت) ہے۔ اس لئے اب ہم معمولی تناسب کی رُو سے یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ ق ق اور ل میں (زاویہ) سکند کتنے ہیں، یہ جواب

خُردہ پیمائے کے ذریعہ معلوم کرنے کی نسبت زیادہ صحیح ہوگا۔ پس ان وتروں کے نصف طول یعنی E اور F ق سکندوں میں معلوم ہو سکتے ہیں لیکن سورج کا نصف قطر S ق یا S ل سکندوں میں معلوم ہے اس لئے ہم S ع اور S ف میں سکندوں کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں کیونکہ اقلیدس (م اش، م) کی رُو سے

$$S \text{ ع}^2 = S \text{ ل}^2 - L \text{ ع}^2$$

$$S \text{ ف}^2 = S \text{ ق}^2 - C \text{ ف}^2$$

نیز

چونکہ S ع اور S ف معلوم ہوتے ہیں اس لیے E ف میں سکندوں کی تعداد معلوم ہو سکتی ہے۔

اب E ف کو میلوں میں معلوم کرنے کے لیے مقامات ۱ اور ۲ کے درمیانی فاصلہ کو میلوں میں جاننا ضروری ہے۔ اگر یہ معلوم ہو تو متشابہ مثلثوں ۱ ۴ ۲ اور ۴ ۵ ۳ سے

$$E \text{ ف} : ۱ ۲ :: ۴ ۵ : ۵ ۳$$

لیکن نسبت $۴ ۵ : ۵ ۳$ دفعہ ۶۶ کی رُو سے معلوم ہو سکتی ہے اور $۴ ۵ : ۵ ۳$

کے مساوی ہے۔ اس لیے E ف میلوں میں معلوم ہو سکتا ہے بالآخر جب E ف میلوں میں معلوم ہو جائے اور جو زاویہ اس کے محاذی زمین پر بنتا ہے وہ سکندوں میں معلوم ہو جائے تو سورج کا فاصلہ اس طرح نکل سکتا ہے۔

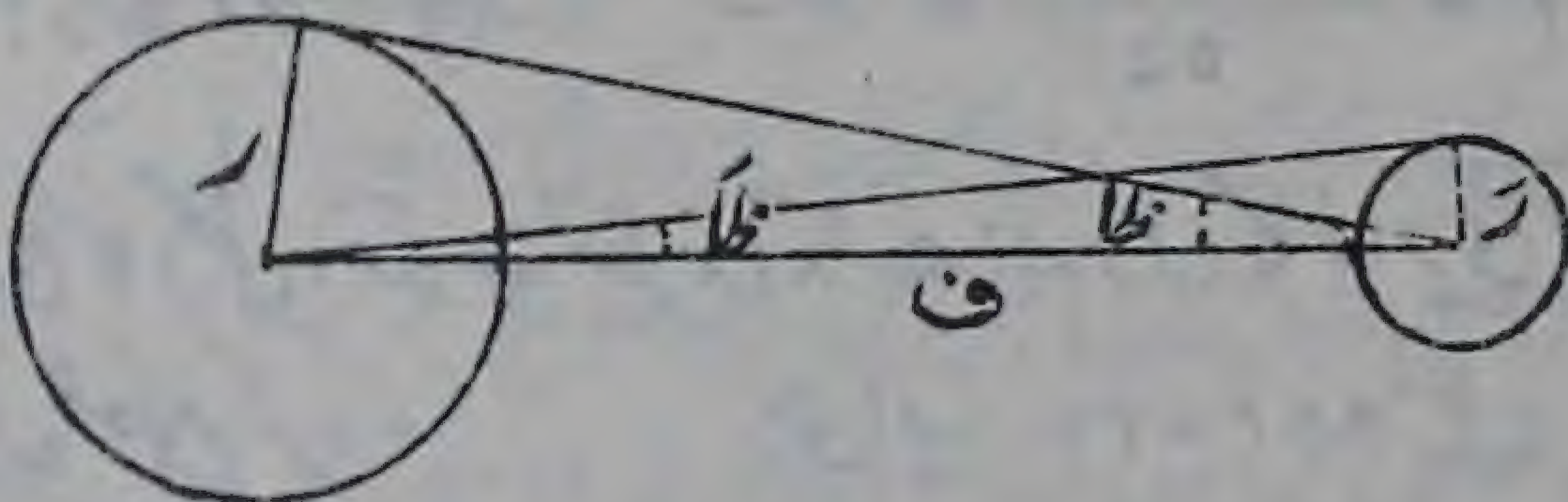
$$E \text{ ف} = \frac{E \text{ ف (میلوں میں)}}{S \text{ سورج کا فاصلہ}}$$

$$۲۰۶۲۶۵$$

جس سے سورج کا اختلافِ منظر محسوب ہو سکتا ہے۔

چاند کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو

۹۴۔ یہ بتا دینے کے بعد کہ چاند، سورج، یا کسی سیارہ کا اختلافِ منظر



شکل ۵۲

کس طرح سے معلوم کرتے ہیں ہم ان اجرام کے نصف قطروں کا زمین کے نصف قطر کے ساتھ مقابلہ کر کے ان کے طول میلوں میں محسوب کر سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ $r =$ زمین کا نصف قطر

$r' =$ چاند یا کسی دوسرے جرم کا نصف قطر۔

$\theta =$ چاند کا افقی اختلافِ منظر = زمین کا زاویائی نصف قطر جو

چاند سے دکھائی دے۔

$\theta' =$ چاند کا زاویائی نصف قطر

چونکہ $\frac{r}{\theta} = \theta'$ (قوسی پیمانہ میں)

اور $\frac{r}{\theta} = \theta'$ (زاویائی پیمانہ میں)
 $\therefore r : \theta = r' : \theta'$

یعنی (زمین کا نصف قطر) : (چاند کا نصف قطر) :: (چاند کا
 اختلافِ منظر) : (چاند کا زاویائی نصف قطر)۔

مثالیں

۱۔ چاند کے افقی اختلافِ منظر کو $54'$ فرض کرو اور اس کا زاویائی قطر $32''$ ۔
 اگر زمین کا نصف قطر 3960 میل ہو تو اس کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔
 یہاں چاند کا نصف قطر 14

$$3960 : 54 = r : 14 \quad \therefore r = \frac{3960 \times 14}{54} = 1023 \text{ میل}$$

۲۔ سورج کا افقی اختلافِ منظر $8' 8''$ ہے اور اس کا زاویائی قطر $32''$ ۔
 اس کا قطر میلوں میں معلوم کرو۔ جواب 86242 میل

۳۔ زہرہ کا دورِ وضعی 584 دن کا ہے۔ زہرہ اور زمین سورج کے گرد
 گردش کرنے میں ایک منٹ (دقت) میں جو زاویے بناتے ہیں ان میں سے زہرہ کا زاویہ

زمین کے زاویہ سے کتنا زیادہ ہے۔ جواب ۱۵۴ فی منٹ (وقت)

۴۔ بوڈ کے کلیہ کے مطابق سورج سے زہرہ اور زمین کے فاصلوں کی نسبت ۱۰:۱ تسلیم کر کے، سورج کے قرص پر سے گزرتے وقت زہرہ کی زاویائی رفتار محسوب کرو۔
(شکل ۷۵) س ۵ : ۵ : ۱۵۴ = ۳ : ۱۶۔ لیکن س ۵ کی اضافی زاویائی رفتار سورج

کے گرد ۱۵۴ فی منٹ ہے (دیکھو مثال بالا ۳) اس لیے ۵ کی اضافی زاویائی رفتار ۱ کے گرد اوپر کی زاویائی رفتار سے ۳ : ۱۶ زیادہ ہے یا بالفاظ دیگر ۵۴ : ۱۵۴ فی منٹ کی جگہ گنی ہے۔ اس سے تقریبی جواب ۳ : ۱۶ فی منٹ حاصل ہوتا ہے، زیادہ صحیح رفتار ۴۴ فی منٹ ہے۔

سوالانہ اختلاف منظر

۹۵۔ قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کی سطح پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کی کسی قسم کی تبدیلی سے کسی ثابت ستارہ کی سمت میں بظاہر کوئی فرق نہیں پڑتا لیکن جب زمین سورج کے گرد اپنی سالانہ گردش کے دوران میں ۹ کروڑ میل سے زیادہ نصف قطر کے مدار پر گھومتی ہے تو ضرور ہے کہ وہ مقامات جن پر سے مشاہدہ کنندہ سال کے مختلف اوقات میں ثابت ستاروں کو مشاہدہ کرتا ہے وہ فضا میں ایک دوسرے سے نہایت دور و دراز اور بعید فاصلوں پر واقع ہوں۔ مثلاً مدار زمین کے دو متقاطر نقطے ایک دوسرے سے تقریباً $\frac{1}{4}$ ۸ کروڑ میل کے فاصلہ پر ہیں اور زمین ان میں سے کسی ایک سے دوسرے تک چھ مہینے میں پہنچتی ہے۔ اس لیے ہمیں بالطبع یہ توقع پیدا ہوتی ہے کہ جب اس قسم کے دو مقامات سے جو ایک دوسرے سے اس قدر بعید الفصل ہوں کسی ثابت ستارہ کو دیکھا جائیگا تو اس کا مقام دونوں صورتوں میں بعینہ وہی نہیں رہیگا۔ اور جو ستارے نسبتاً زیادہ نزدیک ہوں گے وہ دور کے ستاروں کی نسبت زیادہ ہٹے ہوئے معلوم ہوں گے۔ ایک حد تک یہ بات بالکل صحیح ہے لیکن حقیقت یہ ہے کہ اکثر ستارے فضا میں اس قدر ناقابل پیمائش اور بعید فاصلوں پر واقع ہیں کہ مدار ارضی کے قطر کے سروں پر سے دیکھنے سے بھی ان کی سمتوں میں کوئی معتد بہ فرق نہیں پڑتا۔ صرف محدود چند ستاروں کی صورت میں ہی جو زمین سے مقابلہ قریب ہیں یہ ہٹاؤ معلوم کیا جاسکتا ہے یا دوسرے لفظوں میں یوں کہنا چاہیے کہ $\frac{1}{4}$ ۸ کروڑ میل طول کا خط کافی لمبا نہیں جس کے محاذی اکثر ستاروں جیسے بعید الفصل اجرام پر کوئی قابل لحاظ زاویہ بن سکے۔

ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

مجموعہ

۱۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

$$\frac{700}{100} = 7$$

۲۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

۳۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

$$700 = 7 \times 100$$

۴۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

۵۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

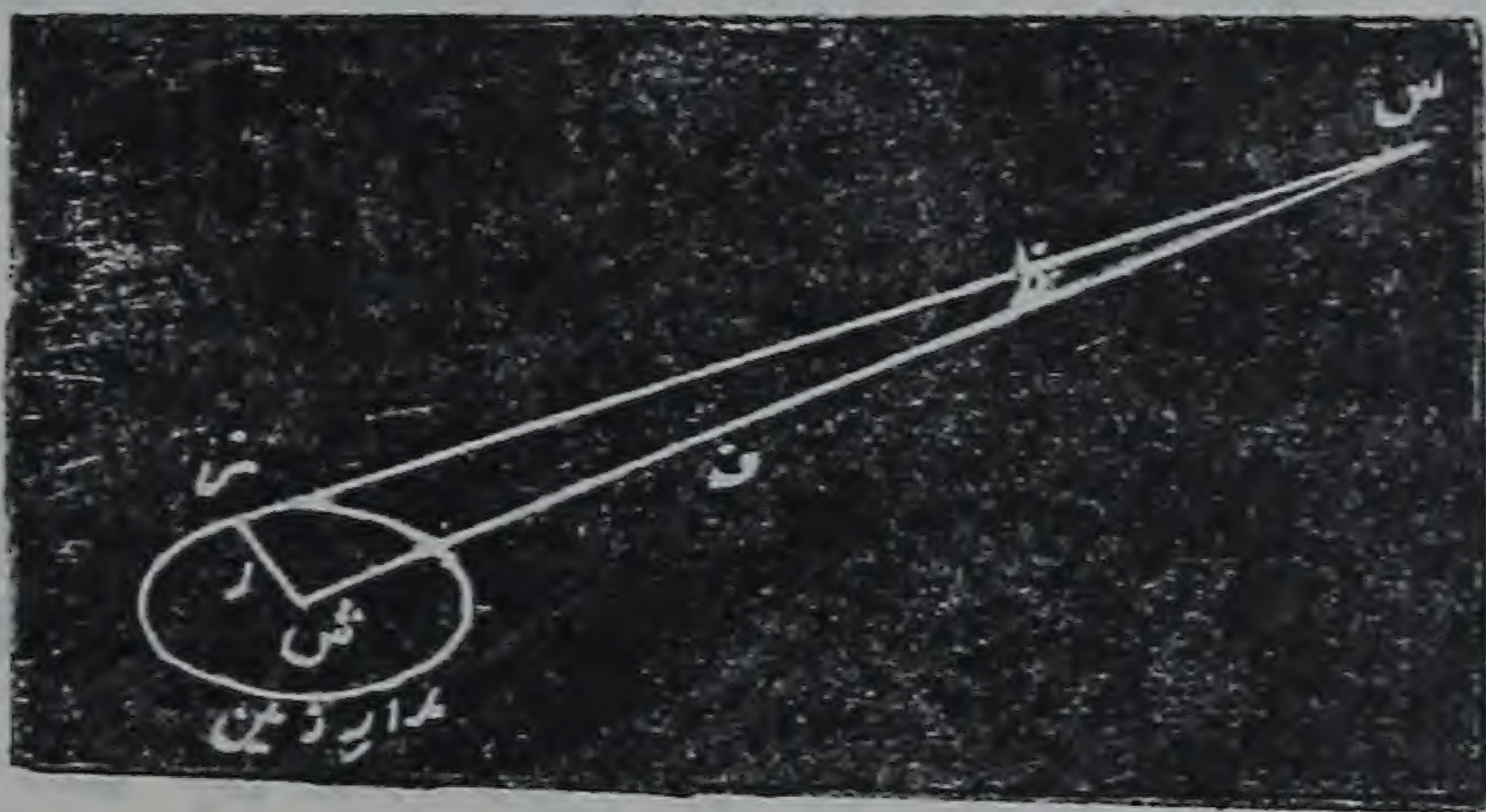
$$700 = 7 \times 100$$

۶۔ مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ یہ نظر منظر ۷۰۰ ہے۔ ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔ ۱۔ مجموعہ منظر کے ہر مجموعہ و اس سے اس کا مجموعہ ہے۔

$$700 = 7 \times 100$$

دوران سال میں چونکہ زمین اپنے مقامات کو فضا میں بدلتی رہتی ہے اس لیے جیسا کہ اوپر بیان ہوا بعض ثابت ستاروں کی ظاہری سمت میں خفیف سی تبدیلی واقع ہوتی ہے جن ستاروں میں یہ تبدیلی واقع ہوتی ہے کرہ سماوی پر ان کی سمت سے وہ سمت مانی جاتی ہے جس میں کہ یہ سورج کے مرکز پر سے جو فضا میں ثابت ہے دکھائی دیں۔ یہ سمت جس میں کوئی ستارہ سورج کے مرکز پر سے دیکھنے سے معلوم ہو ستارہ مذکور کی شمس مرکزی سمت کہلاتی ہے اور جس سمت میں ستارہ مذکور بظاہر یا زمین کے مرکز پر سے دیکھنے میں معلوم ہو (جس ظاہری سمت کو زمین مرکزی سمت کہہ سکتے ہیں) اس کو شمس مرکزی سمت میں تحول کرنے کے لیے اول الذکر میں جو تصحیح کرنی پڑتی ہے اس کو سالانہ اختلاف منظر کی متعلقہ تصحیح کہتے ہیں۔

تعریف - کسی ستارہ کے سالانہ اختلاف منظر سے وہ زاویہ مراد ہے جو زمین اور سورج کو ملانے والے خط کے محاذی ستارہ مذکور پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر منہ، زمین کو تعبیر کرے اور شمس سورج کو، نیز اگر منہ ستارہ ہو تو منہ کا سالانہ اختلاف منظر وہ زاویہ ہے جو منہ شمس کے محاذی منہ پر بنتا ہے گویا زاویہ ظ۔



شکل ۵۳

۹۶۔ کسی ستارہ کے سالانہ اختلاف منظر کی تبدیلی کا کلیہ اسی طریقہ سے دریافت ہو سکتا ہے جس کے ذریعہ سے چاند یا کسی سیارہ کا یومیہ یا زمین مرکزی اختلاف منظر معلوم کیا جاتا ہے۔ کیونکہ

$$\frac{\text{جب ظ}}{\text{جب منہ}} = \frac{ر}{ف}$$

$$\frac{۹۲۰۰۰۰۰۰}{ف} = \frac{۶۸}{۲۰۶۲۶۵}$$

یہاں

$$ف = \frac{۲۰۶۲۶۵ \times ۹۲۰۰۰۰۰}{۶۸} \text{ میل}$$

۲۔ اگر ایک ستارہ کا اختلاف منظر ۰.۶۲ ہو تو بتاؤ کہ ستارہ سے روشنی کی شعاع کو زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت لگے گا جب کہ روشنی کی رفتار فی سکند ۱۹۰۰۰۰ میل ہو۔
جواب تقریباً ۱۶ سال

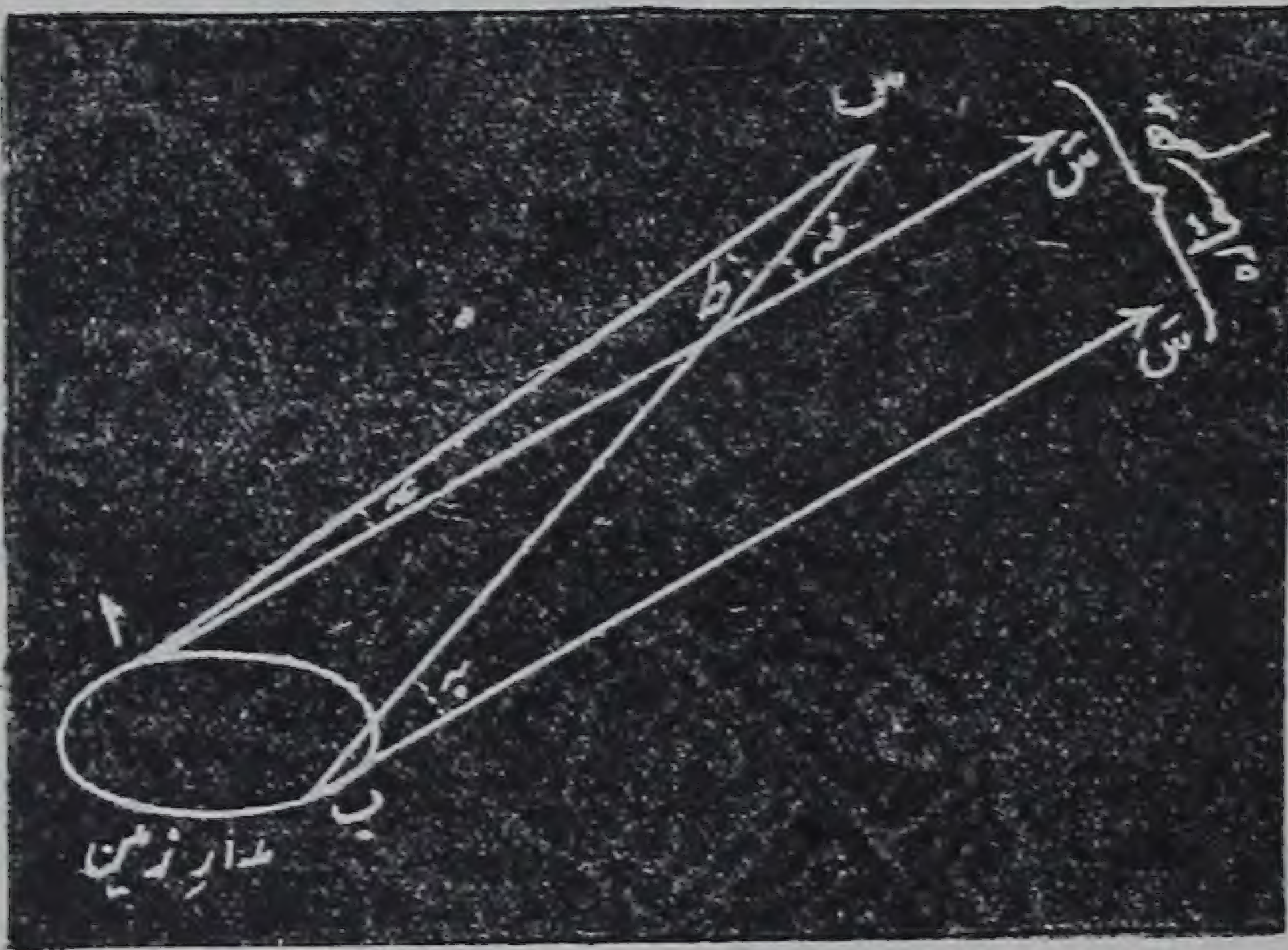
کسی ستارہ پر اختلاف منظر کا اثر یہ ہے کہ وہ سال بھر میں ایک چھوٹے ناقص کی شکل میں گردش کرتا معلوم ہوتا ہے۔

۹۷۔ زمین جو اپنے مدار پر حرکت کرتی ہے تو اس کے ہر ہٹاؤ کے متناظر آسمان میں ستارہ مذکور کے ظاہری مقام میں بھی خفیف سی تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ اس لیے ستارہ مذکور اپنی سورج مرکزی سمت کے گرد (جو ثابت ہے) ایک چھوٹے سالانہ مدار پر زمین کے مدار کی سطح مستوی کے متوازی حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ اب ہم زمین کے مدار کو مستدیر فرض گوئے دیکھتے ہیں کہ کسی ستارہ کے اختلاف منظر کا کیا اثر ہوتا ہے جب کہ ستارہ مذکور (۱) طریق شمس کے قطب کے نزدیک ہو، (۲) طریق شمس پر ہو، (۳) آسمان میں کسی جگہ ہو۔ (۱) اگر ستارہ طریق شمس کے قطب پر واقع ہو تو ستارہ مذکور جو چھوٹی قوس بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے اس کی سطح مستوی ہمارے مفروضہ کے مطابق ہمارے خط نگاہ پر علی القوام ہے اس لیے یہ قوس جس کی تظلیل کر رہے سماوی پر ہم دراصل دیکھتے ہیں مستدیر معلوم ہوگی۔ (۲) اگر ستارہ طریق شمس پر واقع ہو تو یہ طریق شمس پر ہی آگے پیچھے ایک خط مستقیم میں حرکت کرتا ہوا معلوم ہوگا کیونکہ ظاہر ہے کہ جب ایک دائرہ کو کنارہ کی طرف سے دیکھتے ہیں تو یہ ایک خط مستقیم ہی معلوم ہوتا ہے۔

(۳) اگر ستارہ آسمان کے کسی دوسرے حصہ میں واقع ہو تو دوران سال میں اس کا ظاہری راستہ ایک چھوٹا سا ناقص معلوم ہوگا کیونکہ جب دائرہ کو ترچھا دیکھا جائے تو ناقص کی شکل کا نظر آتا ہے۔

کسی ستارہ کے سالانہ اختلاف منظر کی تعیین بیسل کا طریقہ

۹۸۔ بیسل کے طریقہ کو بعض اوقات تفرقی طریقہ بھی کہتے ہیں۔ اس میں جس ستارہ کا اختلاف منظر دریافت کرنا مطلوب ہوتا ہے اس کے پاس ایک نہایت مدہم ستارہ منتخب کرتے ہیں۔ مدہم ستارہ کا انتخاب اس لیے کیا جاتا ہے کہ ستارہ زیر امتحان کی نسبت غالباً وہ بہت زیادہ فاصلہ پر ہوگا۔ اس لیے ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ اس کا اپنا اختلاف منظر اتنا چھوٹا ہے کہ دوران سال میں ان دو ستاروں کے زاویائی فاصلہ میں جو تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں وہ صرف نزدیک کے ستارہ کے اختلاف منظر کی وجہ سے ہوتی ہیں۔ عملی طور پر



شکل ۵۴

ان تبدیلیوں کی پیمائش کرنے سے ہم سالانہ اختلاف منظر محسوب کر سکتے ہیں۔

نوٹ۔ مدہم ستارہ، ستارہ زیر غور کے نہایت قریب اس لیے منتخب کیا جاتا ہے تاکہ انحطاف و ضلالتِ نور وغیرہ کی خطاؤں کا اثر دونوں ستاروں پر مساوی ہو اور ان کے لیے جداگانہ تصحیح نہ کرنی پڑے۔ جو طریقہ استعمال کیا جاتا ہے اس کی توضیح ذیل میں درج کی جاتی ہے۔ فرض کرو کہ مدار زمین پر ۱ اور ب دو متقاطر نقطے ہیں۔ ۲ اور ب پر ستارہ س کی جو سمتیں ہیں وہ ۱ س اور ب س (شکل ۵۴) ہیں اور مدہم ستارہ کی سمتیں ۱ س اور ب س

ہیں جن کو اس ستارہ سے نہایت دور و دراز فاصلہ پر واقع ہونے کی وجہ سے ایک دوسرے کے متوازی فرض کر لیا گیا ہے۔ ۱، ب، س اور س ایک ہی سطح مستوی میں فرض کیے گئے ہیں۔

مشاہدہ کنندہ ۱ پر خردہ پیمائش سے زاویہ ع کو جو مدہم ستارہ سے اور ستارہ سے درمیان بنتا ہے ناپ لیتا ہے۔ چھ مہینے بعد جب مشاہدہ کنندہ ب پر ہوتا ہے تو وہ زاویہ ب کو ناپ لیتا ہے۔ لیکن (اقلیدس م ۱، ش ۳۲) سے

$$\angle ف = \angle ع + \angle ط$$

لیکن $\angle ف = \angle ب$ متوازی خطوں کی رو سے

$$\angle ب = \angle ع + \angle ط$$

$$\angle ط = \angle ب - \angle ع$$

اب ع اور ب معلوم ہیں اس لیے ط معلوم ہو سکتا ہے۔ لیکن ط وہ زاویہ ہے جو ستارہ پر مدار زمین کے قطر کے محاذی بنتا ہے اور بناءً علیہ سالانہ اختلافِ منظر کا دو چند ہے۔ اس لیے سالانہ اختلافِ منظر فوراً معلوم ہو سکتا ہے۔

نوٹ۔ مناسب ہوگا کہ طالب علم مصرعہ بالا طریقہ کا اس طریقہ کے ساتھ مقابلہ کرے جس سے کہ زمین کی سطح پر کے دو دور دور کے مقاموں کے محاذی چاند پر بننے والا زاویہ معلوم کیا گیا تھا اور اس سے چاند کا یومیہ یا زمین مرکزی اختلافِ منظر دریافت کیا گیا تھا۔

غایت درجہ کی صحت کو ملحوظ رکھتے ہوئے یہ لازماً کہنا پڑیگا کہ خط ۱ سے اور ب سے ایک دوسرے سے کچھ نہ کچھ میلان ضرور رکھتے ہیں، اس لیے بیسل کے طریقہ میں یہ نقص ہے کہ اس سے دراصل نزدیک کے ستارہ کا اختلافِ منظر معلوم نہیں ہوتا بلکہ دو ستاروں کے اختلافِ منظر کا فرق معلوم ہوتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اس طریقہ سے جو اختلافِ منظر دریافت ہو وہ ہمیشہ اصلی اختلافِ منظر سے کم ہوتا ہے اور کبھی اس سے زیادہ نہیں ہوتا۔ اس لیے اس کی بنا پر ستارہ کا جو فاصلہ محسوب ہوتا ہے وہ ہمیشہ اصلی فاصلہ سے زیادہ ہوتا ہے۔

بیسل نے پہلے پہل اس طریقہ سے ۶۱ دجا جیہ کا اختلافِ منظر اور بناءً علیہ اس کا فاصلہ ۸۳۰۰۰ میں معلوم کیا اور اس کے ایک سال بعد قنطورس ع کا اختلافِ منظر

اور فاصلہ محسوب کیا گیا۔

دو منتخب کردہ ستاروں کے زاویائی فاصلوں میں تبدیلیاں ہوتی ہیں اُن کو ناپنے کے لیے خُردہ پیمائے استعمال کے بجائے آج کل عکسی تصویروں کا طریقہ نہایت کامیابی سے استعمال کیا جاتا ہے۔

مطلق طریقہ

۹۹۔ اس طریقہ میں سال کے مختلف اوقات پر ستارہ کا صعودِ مستقیم اور میل

ناپ لیتے ہیں جب کہ یہ نصف النہار پر ہو اور جس قدر صحت کے ساتھ ممکن ہو استقبال اور کبوتر وغیرہ کے لیے مکمل طور پر تصحیح کر لینے کے بعد مختلف نتائج کا ایک دوسرے کے ساتھ مقابلہ کرتے ہیں۔ اگر ہر قسم کی تصحیح کر لینے کے بعد کچھ فرق برآمد ہو تو اس سے ستارہ مذکور کا سالانہ اختلافِ منظر محسوب کر لینے کے لیے کافی مواد مل جاتا ہے۔

مثالیں

۱۔ بتاؤ کہ ستارہ کہاں واقع ہو کہ اختلافِ منظر کی وجہ سے اس کے مقام میں (و) کوئی

ہٹاؤ معلوم نہ ہو (ب) بڑے سے بڑا ہٹاؤ ہو۔

جواب (ا) سورج اور زمین کی سیدھ میں۔

(ب) سورج سے ۹۰° کے زاویائی فاصلہ پر۔

۲۔ اگر وجاہیہ ۶۱ کا اختلافِ منظر ۵.۵ ہو تو جو ستارہ ہمارے نظامِ شمسی کی نسبت

اس سے دس گنے فاصلے پر ہو اُس کا اختلافِ منظر معلوم کرو۔ جواب ۵.۵°

۳۔ قنطورس ۷ کا اختلافِ منظر ۵.۵° ہے اس کے فاصلہ کا وجاہیہ ۶۱ کے فاصلہ سے

مقابلہ کرو جس کا اختلافِ منظر ۵.۵° ہے۔

جواب (قنطورس ۷ کا فاصلہ) : (وجاہیہ ۶۱ کا فاصلہ) = ۳ : ۲

مشتری کے سالانہ اختلافِ منظر کی تعیین

۱۰۰۔ جب مشتری مقابلہ میں ہو تو اس کا فاصلہ سورج کے فاصلے کے چار گنا سے

بھی زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے اس کا یومیہ اختلافِ منظر بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ پس

یہ طریقہ مشتری کے مدار سے باہر کے سیارہ کے لیے بھی کارآمد ہو سکتا ہے۔
 بہ آسانی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اگر مشتری کا دورِ وضعی ت ہو اور اس کی
 شرقی تربیع اور غربی تربیع کا درمیانی وقفہ ق ہو تو سالانہ اختلافِ منظر

$$= 90 \left(1 - \frac{Q}{T} \right)$$

کیونکہ $\frac{360 \times Q}{T} =$ جوزین ق دنوں میں مشتری سے آگے بڑھ جاتی ہے۔

$$\therefore (\text{شکل ۵۵}) \frac{360 \times Q}{T} = ۲۰ = \frac{180 \times Q}{T}$$

$$\therefore \text{سالانہ اختلافِ منظر} = 90 - \frac{180 \times Q}{T} = 90 \left(1 - \frac{Q}{T} \right)$$

مثال

مشتری کی شرقی اور غربی تربیع کا درمیانی وقفہ ۱۷۵ دن کا ہے اور دو مقابلوں کا
 ۳۰۰ دن کا۔ اس کا سالانہ اختلافِ منظر معلوم کرو۔

جواب ۱۱° ۱۵'

اٹھواں باب

راس الحمل کے معلوم کرنے کا طریقہ استقبال کی وضاحت

۱۰۱۔ چونکہ راس الحمل صفر کا نقطہ ہے جہاں سے کہ تمام اجرام سماوی کے صعودِ مستقیم ناپے جاتے ہیں اس لیے اس نقطہ کا مقام ثابت ستاروں کے لحاظ سے غایت درجہ صحت کے ساتھ معلوم کرنا نہایت ضروری ہے۔ جب ایک دفعہ اس نقطہ کا صحیح مقام معلوم کر لیا جائے اور یہ نقطہ نصف النہار کو عین عبور کرتے وقت ہیئتِ گھڑی کو صفر پر کر دیا جائے تو جس وقت کوئی اور ستارہ نصف النہار کو عبور کرتا ہے اُس وقت کو درجوں میں تحویل کرنے سے (ایک گھنٹہ کے لیے ۱۵) ستارہ مذکور کا صعودِ مستقیم معلوم ہو جاتا ہے۔

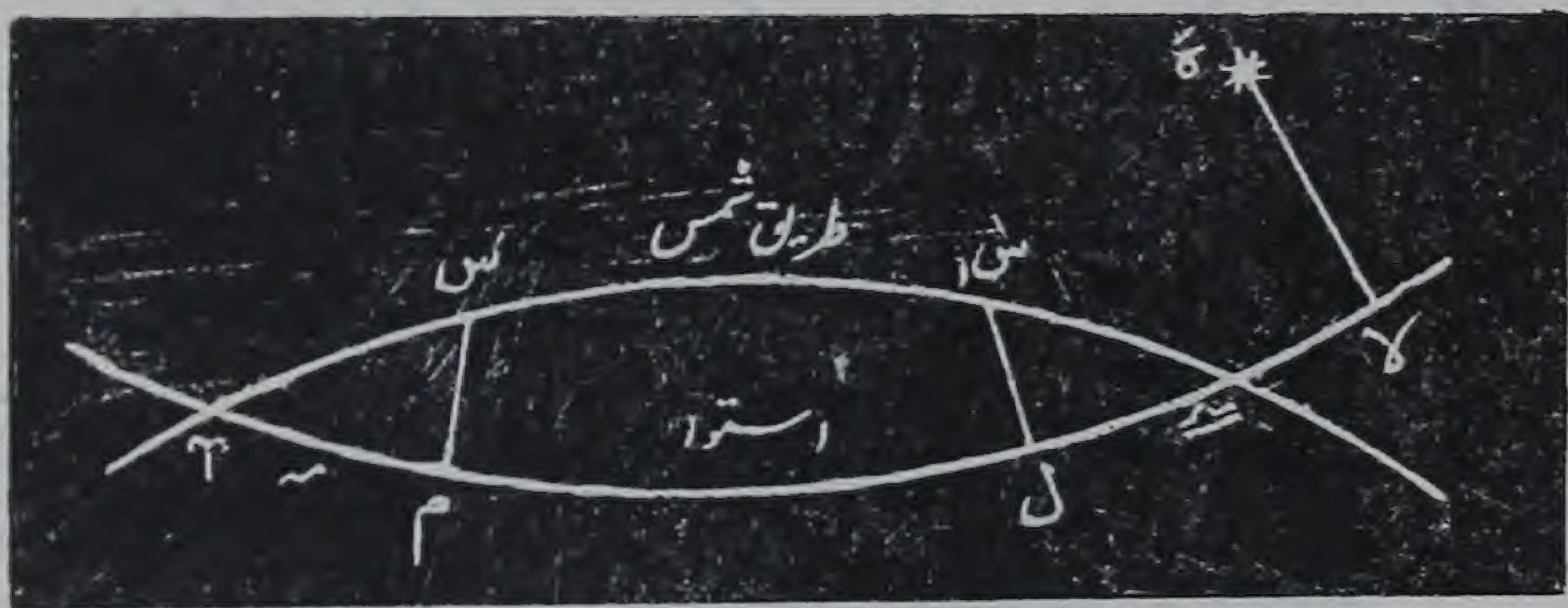
یہ بھی ظاہر ہے کہ اگر ہم کسی اور طریقہ سے کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کر لیں تو راس الحمل کا مقام فوراً متعین ہو جاتا ہے اور اس سے بغیر کسی وقت کے دوسرے ستاروں کے صعودِ مستقیم معلوم ہو جاتے ہیں۔ اس غرض کے لیے ذیل کا طریقہ استعمال کیا جاتا ہے جس کو پہلے پہل فلم سٹیڈ نے استعمال کیا تھا۔ اُس نے جو ستارہ منتخب کیا وہ عقاب کا وہ ستارہ ہے۔

کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لیے فلم سٹیڈ کا طریقہ

فرض کرو کہ جس ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنا مقصود ہے وہ ۵ ہے (دیکھو شکل ۵۶)۔ اس لیے ہمیں ۴۴ معلوم کرنا چاہیے (جہاں ۵۴ میں سے گزرنے والے میلی دائرہ کا پائیس ہے)۔

اعتدالِ ربیع کے فوراً بعد کسی دن دوپہر کے وقت سورج کا میل سے م ناپ لیا جاتا ہے، یہ عمل اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ ناپنے سے کیا جاسکتا ہے (دیکھو دفعہ ۳۴)۔ نیز اس کے مُرور اور ستارہ ۵ کے مُرور کا درمیانی وقفہ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ یہ وقفہ م لا کو جو ان کے صعودِ مستقیم کا فرق ہے ظاہر کرتا ہے، اس کو ہم م سے تعبیر کریں گے۔

اب ہم یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ اعتدالِ خریف کے کچھ دیر پہلے کس وقت سورج کا میل مندرجہ بالا میل کے مساوی ہوگا۔ یہ عمل ۲۳ ستمبر سے کچھ قبل متواتر دنوں میں دوپہر کے وقت اس کا نصف النہاری راسی فاصلہ معلوم کرنے سے کیا جاسکتا ہے۔ لیکن یہاں ہمیں کچھ حساب سے کام لینا پڑیگا کیونکہ بہت غیر اغلب ہے کہ ان دنوں میں سے کسی دن بھی ٹھیک دوپہر کے وقت سورج کا میل وہی ہو اس لیے ہمیں ان دو متصل میلوں کو دیکھنا چاہیے جن میں سے ایک مندرجہ بالا میل یعنی م سے بڑا ہے اور دوسرا چھوٹا۔ اب اگر ہم یہ فرض کر لیں کہ وقت کے قلیل حصوں کے لیے سورج کے صعودِ مستقیم اور میل کی تبدیلیاں ایک دوسرے کے متناسب ہوتی ہیں تو ہم معمولی تناسب کی مدد سے ٹھیک وہ وقت محسوب کر سکتے ہیں جب کہ اس کا میل م ل سے م کے مساوی ہو۔



شکل ۵۶

اس صورت میں بھی اس کے صعودِ مستقیم اور ستارہ ۵ کے صعودِ مستقیم کا فرق دیکھ لیا جاتا ہے۔ یہ فرق ل لا ہے جس کو ہم م سے تعبیر کریں گے۔ یہ ظاہر ہے کہ م = ل = ۳۔
فرض کرو کہ ستارہ کا مطلوبہ صعودِ مستقیم ۴ = لا =
اور جب سورج م پر ہو تو اس کا صعودِ مستقیم ۴ = م = م

۱۸۰ - مہ = س پر سورج کا صعود مستقیم = ل

لیکن لا - م = م = م لا
لا - مہ = مہ

نیز لا - (۱۸۰ - مہ) = بہ یا لا - ۱۸۰ + مہ = بہ

اس طرح سے ہمیں مجہول مقداروں لا اور مہ کے لیے دو ہمزاد مساواتیں حاصل ہوتی ہیں - جمع کرنے سے

$$۱۸۰ - ۷۲ = مہ + بہ$$

$$\frac{۱۸۰ + مہ + بہ}{۲} = لا$$

لیکن مہ اور بہ دونوں معلوم ہیں اس لیے لا معلوم ہو جاتا ہے -

اوپر کا ضابطہ احتمال خطا سے متبرا نہیں کیونکہ استقبالی حرکت کی وجہ سے دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارہ مذکور کے صعود مستقیم میں خفیف سا اضافہ ہو جاتا ہے - لیکن اس کی تصحیح حسب ذیل طریقہ سے ہو سکتی ہے :-

فرض کرو کہ دونوں مشاہدات کے درمیانی عرصہ میں ستارہ مذکور کے صعود مستقیم میں خفیف اضافہ واقع ہوتا ہے - اس صورت میں ہماری مساواتیں ہو جاتی ہیں :-

$$لا - مہ = مہ$$

$$لا + ضہ - ۱۸۰ + مہ = بہ$$

$$\frac{۱۸۰ + مہ + بہ - ضہ}{۲} = لا$$

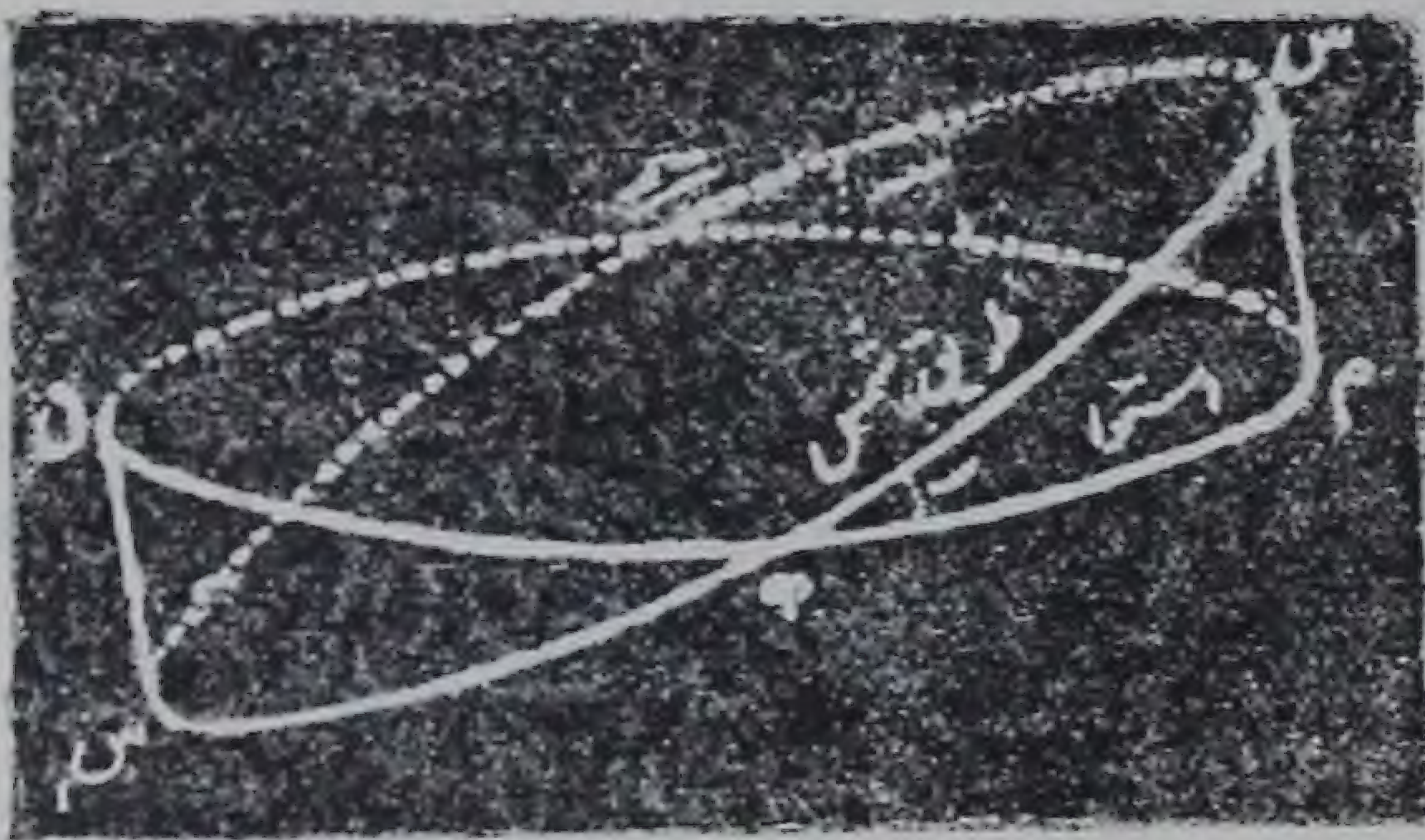
بغیر تصحیح کیے ہوئے لا کی جو قیمت حاصل ہوتی ہے وہ اعتدال ربیع کے قریب پہلے مشاہدہ کے وقت ستارہ کے صعود مستقیم کی قیمت نہیں ہوتی بلکہ دونوں مشاہدات کے وقت کے صعود مستقیموں کی اوسط قیمت ہوتی ہے یعنی اس سے ۲۱ رجون کے قریب کے صعود مستقیم کی قیمت تعبیر ہوتی ہے -

فلیم سیڈ کے طریقہ میں یہ خوبی ہے کہ اس میں سورج کے میل کو صحیح طور پر جاننا ضروری نہیں ہوتا، صرف اس قدر مشاہدہ کرنا کافی ہے کہ دونوں میل مساوی نہ

ہوتے ہیں، پس اگر اوزاروں کی خطا کی وجہ سے مقام مشاہدہ کے عرض بلد میں کسی طرح کا اشتباہ ہو تو اس سے دونوں مشاہدات پر مساوی اثر پڑیگا جس سے خطائے مذکور کا پورے طور پر ازالہ ہو جائیگا۔ نیز چونکہ دونوں مشاہدات کے وقت سورج کا راسی فاصلہ وہی ہوتا ہے۔ اس لیے اس پر انعطاف اور اختلاف منظر کا اثر بھی مساوی ہوگا۔ لہذا ان خطاؤں کا بھی کچھ اثر پیدا نہ ہوگا۔

خط استوا اور طریق شمس کا میلان معلوم کرنا

۱۰۲۔ یہ زاویہ انقلاب گرما اور انقلاب سرما کے وقت سورج کے نصف النہاری راسی فاصلوں کو مشاہدہ کرنے سے ناپا جاسکتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ فاصلے ر اور ر' ہیں، نیز فرض کرو کہ مقام مشاہدہ کا عرض بلد ل ہے۔ اب اگر ایک انقلاب کے وقت سورج کا مقام س ہو تو اس کا میل س م استوا اور طریق شمس کے میلان سہ کے مساوی ہوگا (شکل ۵۷) کیونکہ دو متقاطع کبیر دائروں کے درمیانی زاویہ کی پیمائش اُس قوس سے ہوتی ہے جس کو متقاطع دائرے ایک اور ایسے دائرے سے قطع کریں جو اول الذکر دونوں دائروں پر عمود ہو۔



شکل ۵۷

لیکن عرض بلد = راسی فاصلہ \pm میل لے (دیکھو دفعہ ۳۴)

لے یہ مساوات بعینہ وہی ہے جو دفعہ ۳۴ کی مساوات ہے یعنی عرض النہام \pm مہ = مہ۔

$$\begin{aligned} \text{ل} &= \text{ر} + \text{سہ} \text{ انقلاب گرما کے لیے} \\ \text{ل} &= \text{ر} - \text{سہ} \text{ انقلاب سردی کے لیے} \end{aligned}$$

اور

$$\text{تفریق کرنے سے} \quad \text{سہ} = \frac{\text{ر} - \text{ر}}{2}$$

پس سہ معلوم ہو گیا۔

اوپر کے مشاہدات میں یہ بالکل غیر اغلب ہے کہ جب سورج نصف النہار پر ہو تو یہ ٹھیک انقلابی نقطہ پر ہو لیکن اس وقفہ کے لیے اس کے میل کی تبدیلی محسوب ہو سکتی ہے۔

اعتدالین کا استقبال

۱۰۴۔ ایک طویل عرصہ تک ستاروں کے صعودِ مستقیم اور میلیوں کو متواتر مشاہدہ کرتے رہنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس المحل آسمان میں کوئی ثابت نقطہ نہیں ہے بلکہ طریق شمس پر سورج کی سالانہ حرکت کی مخالف سمت میں نہایت آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے۔ سورج کی ملاقات کے لیے اس المحل کے اس طرح پیچھے کی طرف حرکت کرنے سے، جس میں اس المیزان بھی شریک ہے، ہر سال اعتدالین اپنے مقررہ وقت سے پہلے گویا سورج کے استقبال کو بڑھ جاتے ہیں اس لیے اس حرکت کو اعتدالوں کی استقبالی حرکت کہتے ہیں۔

استقبالی حرکت کی شرح ۵۰.۵۲۴ فی سال ہے یعنی ۷۲ سال میں تقریباً ۱° ہے۔ اس حساب سے اس المحل کو آسمان کی کامل ایک گردش کرنے کے لیے قریب ۲۶ ہزار سال کا عرصہ درکار ہوتا ہے کیونکہ

$$۲۶ \dots \text{سال تقریباً} = \frac{۶۰ \times ۶۰ \times ۹۳۶۰}{۵۰.۵۲۴}$$

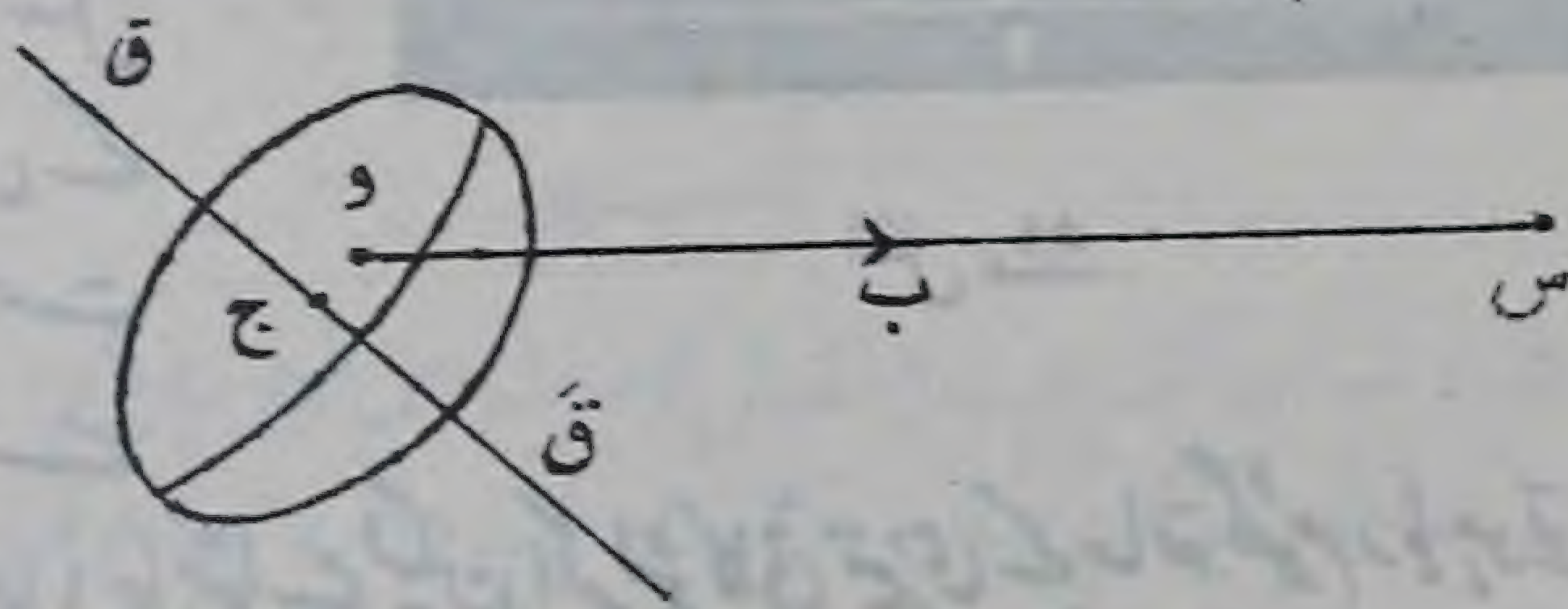
استقبال کی وجہ سے ہر ثابت ستارہ کا طول بلد فی سال ۵۰.۵۲۴ کی شرح سے بڑھتا رہتا ہے۔ نیز ستاروں کے صعودِ مستقیم اور میل بھی آہستہ آہستہ بدلتے رہتے ہیں لیکن ان کے عرض بلد ہمیشہ ثابت رہتے ہیں۔ موخر الذکر دلیل کی بنا پر ہم اس

نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ طریق شمس آسمان پر تقریباً ثابت ہے لیکن خط استوا طریق شمس پر آہستہ آہستہ حرکت کرتا ہے، جس سے ان کے نقاط تقاطع، ۴۰ اور ۴۰ متذکرہ بالا طریقہ پر حرکت کرتے ہیں۔

طریق شمس پر خط استوا کی اس حرکت سے قطب سماوی کے مقام میں بھی حسبہ خفیف سا تغیر ہوتا رہتا ہے جو طریق شمس کے قطب کے گرد تقریباً ۲۳° ۲۸' کے فاصلہ پر ایک دائرہ مرتسم کرتا ہے اس دائرہ پر قطب سماوی کی حرکت کی تکمیل ۲۶ ہزار سال میں ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ چند ہزار سالوں کے بعد جو ستارہ اب ہمارا قطبی ستارہ ہے وہ قطب سماوی سے کافی بڑے فاصلے پر ہوگا۔ شلیاق کا چکدار ستارہ عہ تقریباً ۱۰۰۰۰ سال کے بعد اس نقطہ سے جس کے گرد اُس وقت آسمان گھومتا ہوا معلوم ہوگا تقریباً ۵° کے فاصلہ پر ہوگا اور ہمارے حالیہ قطبی ستارہ کی طرح اُس وقت آسمان پر تقریباً ساکن معلوم ہوگا۔

۱ استقبال کے طبیعی اسباب

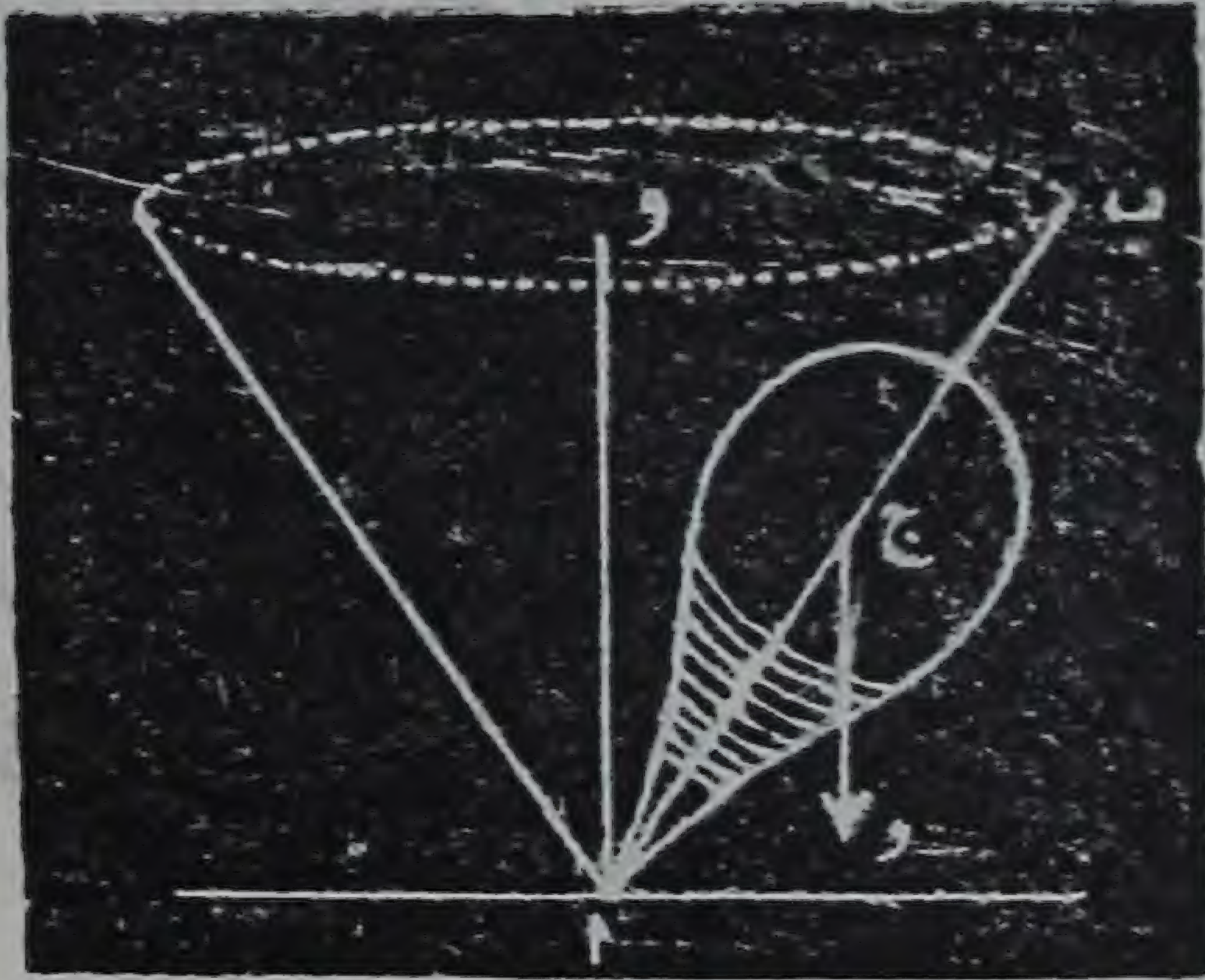
۱۰۴۔ اعتدالین کے استقبال کا باعث تقریباً کلیتہً سورج اور چاند دونوں کی کشش ہے جو زمین کے خط استوا پر کے ابھرے ہوئے حصوں پر واقع ہوتی ہے۔ اگر زمین کی سطح پورے طور پر گول ہوتی تو سورج اور چاند دونوں کی کشش مرکز میں سے گزرنے والی ایک واحد قوت سے تعبیر ہو سکتیں اور بنا بریں نہ تو زمین کے محور اور نہ خط استوا کی سطح مستوی پر ان کششوں کا مخل اثر محسوس ہوتا۔ لیکن ہم جانتے ہیں کہ سطح کی شکل کرہ نما ہے گویا اس کے استوائی حصوں کے گرد مادہ کی ایک زائیدہ یا پیٹی لگی ہوئی ہے۔ ساتھ کی شکل میں فرض کرو کہ اس سورج ہے اور ق ق زمین کی گردش کا محور ہے (شکل ۵)۔



شکل ۵

اب زمین کے ابھرے ہوئے حصوں پر سورج کی جوشش ہے وہ دور کے حصوں کی نسبت نزدیک کے حصوں پر زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے حاصل قوت ایک واحد قوت وب سے تعبیر ہو سکتی ہے جو مرکز ثقل ج سے اوپر کسی نقطہ و پر عمل کرتی ہے، اس کا اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے گردش کے محور میں خلل واقع ہوتا ہے۔ ممکن ہے کہ پہلے پہل ہمیں یہ خیال پیدا ہو کہ اس سے خط استوا کی سطح مستوی میں اس طرح تبدیلی واقع ہونی چاہیے کہ یہ بالآخر طریق شمس پر منطبق ہو اور بناؤ علیہ زمین کا محور طریق شمس کی سطح مستوی پر عمود وار ہو جائے۔ یقیناً یہی ہوتا اگر زمین اپنے محور کے گرد نہایت سرعت سے نہ گھومتی ہوتی۔ ان دونوں گردشوں کا مجموعی اثر یہ ہوتا ہے کہ زمین کے محور کی وضع میں تبدیلی واقع ہوتی ہے لیکن اس طرح کہ طریق شمس کی سطح مستوی کے ساتھ اس کے زاویہ میلان میں تغیر واقع نہیں ہوتا۔ واقعہ یہ ہے کہ زمین کا محور اس طرح سے جھومتا ہے کہ اس کے مقابل آسمان پر جو نقطہ ہوتا ہے، یعنی قطب سماوی، وہ طریق شمس کے قطب کے گرد ایک دائرہ بناتا ہے جیسا کہ ہم پیشتر بیان کر چکے ہیں۔

محور زمین کی



شکل ۵۹

اس حرکت کو ایک گھومتے ہوئے لٹو کے محور گردش کے ”جھومنے“ سے بخوبی تشبیہ دی جا سکتی ہے۔ لٹو کا وزن، جو انتصاباً نیچے کی طرف عمل کرتا ہے، گردش کے محور اب کو سمت انتصابی او سے

ہٹا کر دور لے جانا چاہتا ہے لیکن اگر لٹو کافی تیزی کے ساتھ گھوم رہا ہو تو لٹو زمین پر نہیں گرتا بلکہ جیسا کہ ہم سب جانتے ہیں اس کا محور گردش ہمیشہ زمین کے ساتھ

ایک مستقل زاویہ بناتا ہے اور سمت انتصابی و ۱ کے گرد ایک مخروط مرتسم کرتا ہے بعینہ اسی طرح زمین کی صورت میں قطب سماوی جو اس کے محورِ ممدودہ کا سرا ہے طریقِ شمس کے قطب کے گرد گھومتا ہے۔

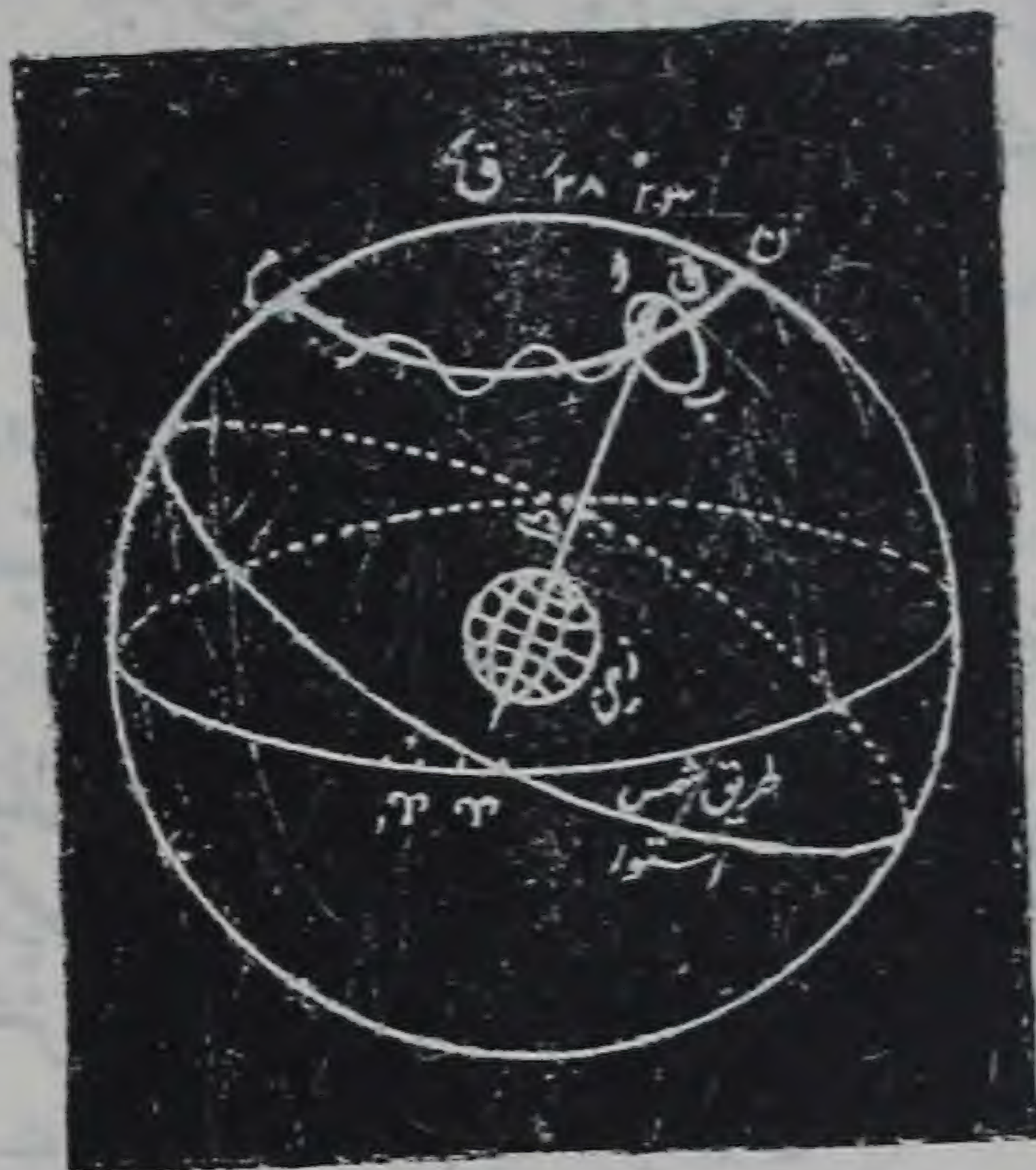
چاند کی کشش کا اثر سورج کی نسبت بہت زیادہ ہوتا ہے، اس کی نسبت ۳:۱ ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ چاند سورج کی نسبت زمین کے زیادہ قریب ہے۔ دونوں صورتوں میں یہ اثر بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جب کہ کشش کرنے والا جرم شمالاً یا جنوباً اپنے بڑے سے بڑے میل پر پہنچ جائے اور یہ اثر صفر ہوتا ہے جب کہ جرم مذکور استوائی سماوی پر ہو۔

سورج اور چاند سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے اُس کو بعض اوقات قمری شمسی استقبال کہتے ہیں۔ یہ استقبال سال بھر میں ۳۵.۵ کے مساوی ہوتا ہے۔ اس سے ایک چھوٹی مقدار جس کو سیاری استقبال کہتے ہیں تفریق کی جاتی ہے کیونکہ دیگر سیاروں کی کشش سے جو استقبال پیدا ہوتا ہے وہ مخالف سمت میں ۱۱.۵ فی سال کے مساوی ہوتا ہے۔ اس طرح سے عام سالانہ استقبال ۲۴.۵ کے مساوی ہوتا ہے۔ سیاری استقبال زمین کے مدار میں ہٹاؤ پیدا کرنے کی کشش کرتا ہے اور خطِ استوا کے ساتھ طریقِ شمس کا جو میلان ہے اس میں ہر سال نصف سنڈ کی کمی پیدا کر دیتا ہے لیکن یہ کمی کبھی بھی ایک معین حد یعنی اوسط قیمت سے $\frac{1}{4}^{\circ}$ ادھر یا ادھر سے تجاوز نہیں کرتی۔ اس وقت اعتدال ربیع کا نقطہ جس کو اب تک "راس الحمل" سے موسوم کرتے ہیں برجِ حمل میں نہیں ہے لیکن استقبال کی وجہ سے تقریباً ۳۰° ہٹ کر متصل کے برجِ حوت میں چلا گیا ہے۔ اسی طرح اعتدالِ خریف کا نقطہ (راس المیزان) بھی اب برجِ میزان میں نہیں ہے بلکہ ہٹ کر سنبلہ میں پہنچ گیا ہے۔

کبوا

۱۰۵ - اب تک ہم نے استقبال کو صرف اس طرح بیان کیا ہے گویا قطب سماوی طریقِ شمس کے قطب کے گرد یکساں رفتار سے ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے اور یقیناً ایسا ہی ہوتا اگر سورج اور چاند کی کششوں سے جو مغل اثر پیدا ہوتا ہے وہ

یکساں رہتا۔ درحقیقت اس اثر میں یکسانیت نہ ہونے کی وجہ سے قطب سماوی آسمان پر ایک موج کی شکل میں حرکت کرتا ہے (شکل نمبر ۶)۔ قطب سماوی، کبھی طریق شمس کے قطب کی جانب اور کبھی اس کے مخالف جانب اس طرح جو اہتزاز کی حرکت کرتا ہے اس کو کبوتہ کہتے ہیں۔



شکل نمبر ۶

اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ استقبال بعض اوقات اس کی اوسط قیمت سے زیادہ اور بعض اوقات کم ہوتا ہے، اس کے ساتھ ہی طریق شمس کے ساتھ استوائی سماوی کا جو میلان ہے اس میں دوری اضافہ اور کمی ہوتی رہتی ہے۔ جب

قطب سماوی ق طریق شمس کے قطب کے نزدیک آتا ہے تو میلان بالا بڑھ جاتا ہے اور جب یہ قطب سے دور ہو جاتا ہے تو میلان گھٹ جاتا ہے۔

کبوتہ تقریباً کلیتہً چاند کے تغیر پذیر عمل سے واقع ہوتا ہے جو اس کے عقدوں (یعنی اس کے مدار اور طریق شمس کے نقاط تقاطع) کی وضع پر موقوف ہے۔ واضح ہو کہ چاند کے عقدے ۲۱ سال میں آسمان کا ایک دور مکمل کر لیتے ہیں۔

قطب سماوی کی یہ موج کی شکل کی حرکت تریسہوی طور پر حسب ذیل طریقہ سے تعبیر ہو سکتی ہے :-

قطب سماوی کے اوسط مقام کو مرکز مان کر ایک چھوٹا ناقص دایہ (دیکھو شکل نمبر ۷) کھینچو جس کا محور اکبر دایہ = ۵۸.۵ طریق شمس کے قطب کی سیدھی ہو اور محور اصغر ۱۳.۵ دائرہ م ن کی سیدھی ہو۔ تب اگر ہم اوسط قطب کو

جو ناقص کا مرکز ہے قوس م ن پر حرکت کرتا ہوا خیال کریں تو اصلی قطب قی اس کے گرد ناقص کے محیط پر حرکت کریگا اور ایک گردش کی تکمیل $\frac{1}{2}$ ۱۸ سال میں کریگا۔ کبوا کو پہلے پہل بریڈلے نے دریافت کیا تھا۔ اُس نے دیکھا کہ ضلالت نور وغیرہ کے لیے مناسب تصحیح کر لینے کے بعد، استوا اور طریق شمس کے لحاظ سے ثابت ستاروں کے مقاموں میں جو ظاہری ہٹاؤ واقع ہوتے ہیں اُن کی توجیہ یکساں استقبال کی بناء پر نہیں ہو سکتی۔

نور کی رفتار

۱۰۶۔ دو پہلا شخص تھا جس نے ۱۶۷۵ء میں پہلے پہل مشتری کے توابع کے خسوفوں کو مشاہدہ کرنے سے یہ دریافت کیا کہ نور کی اشاعت فی الفور نہیں ہوتی بلکہ اس کے لیے بھی وقت درکار ہے۔ بہت سے گزشتہ مشاہدات کی بنا پر پیشتر ہی سے معلوم کر لیا گیا تھا کہ ان خسوفوں کے اوقات کیا ہونے چاہئیں۔ یہ اوقات درحقیقت مشتری اور زمین کے اوسط فاصلہ کے لحاظ سے محسوب کر لیے گئے تھے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ جب مشتری مقابلہ میں ہوتا ہے یا بالفاظ دیگر زمین سے قلیل ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو خسوف محسوبہ وقت سے قریباً ۸ منٹ پیشتر واقع ہوتے ہیں اور برعکس اس کے جب یہ اقتران اعلیٰ میں یعنی زمین سے بعید ترین فاصلہ پر ہوتا ہے تو مشاہدہ کردہ وقت خسوف محسوبہ وقت سے تقریباً ۸ منٹ بعد ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوا کہ یہ تقریباً ۱۶ منٹ کا یا زیادہ صحت کے ساتھ ۱۶ منٹ ۳۶ سکند کا فرق وہ وقت ہے جو نور کی شعاع کو مدار ارض کے قطر میں سے گزرنے کے لیے صرف ہوتا ہے۔ چونکہ یہ فاصلہ تقریباً ۱۸۵۰۰۰۰ میل ہے اس لیے ہمیں نور کی رفتار تقریباً ۱۸۶۰۰۰ میل فی سکند حاصل ہوتی ہے۔ نیز چونکہ زمین اپنے محور پر تقریباً $\frac{1}{2}$ ۱۸ میل فی سکند کی رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ نور کی رفتار زمین کی رفتار سے تقریباً ۱۸۶۰۰۰ گنا زیادہ ہے۔

جو کچھ اوپر بیان ہوا اس سے ظاہر ہے کہ نور کو سورج سے زمین تک پہنچنے میں تقریباً ۸ منٹ ۱۸ سکند لگتے ہیں۔ اس وقفہ کو بعض اوقات نور کی مساوات کہتے

ہیں۔ بعد ازیں پہلے فیسو نے اور پھر فوکو نے براہ راست نور کی رفتار کی پیمائش کی۔

ضلالت

۱۰۶۔ ضلالت نور سے اجرام فلکی کی ظاہری سمتوں کا وہ اختلاف مراد ہے جو زمین اور نور کی رفتاروں کے امتزاج سے واقع ہوتا ہے۔ اگرچہ زمین کی رفتار نور کی رفتار سے مقابلہ بہت کم ہے لیکن بایں ہمہ نور کی شعاعوں کی سمتوں میں قابل لحاظ انصراف پیدا کرنے کے لیے یہ کافی ہوتی ہے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ کسی ستارہ کا مشاہدہ کرنے کے لیے ہمیں دُور بین کو جس سمت میں لگانا پڑتا ہے وہ وہی نہیں ہوتی جس میں کہ زمین کے ساکن ہونے کی صورت میں دُور بین کو لگانا پڑتا۔

ہم ضلالت کے اثر کی حسب ذیل طریقہ سے توضیح کر سکتے ہیں :- اگر کوئی شخص بارش میں کھڑا ہو اور بارش کی بوندیں انتصاباً پڑ رہی ہوں تو ظاہر ہے کہ بارش سے بچنے کے لیے اُسے اپنی چھتری کو سر کے اوپر سیدھا انتصاباً رکھنا پڑیگا لیکن اگر وہ چلنے یا بھاگنے لگے تو اُسے معلوم ہوگا کہ بوجھار اُس کے مُنہ پر پڑتی ہے اس لیے اسے اپنی چھتری کو اپنے سر پر سامنے کی طرف آڑا رکھنا چاہیے۔ نیز جوں جوں وہ اپنی رفتار تیز کرتا جائیگا اُسے معلوم ہوگا کہ بوجھار کی سمت میں اتنا ہی زیادہ جھکاؤ ہوتا جاتا ہے اس جھکاؤ کو ہم مینہ کی ضلالت کہہ سکتے ہیں۔

کسی ستارہ پر ضلالت کا اثر

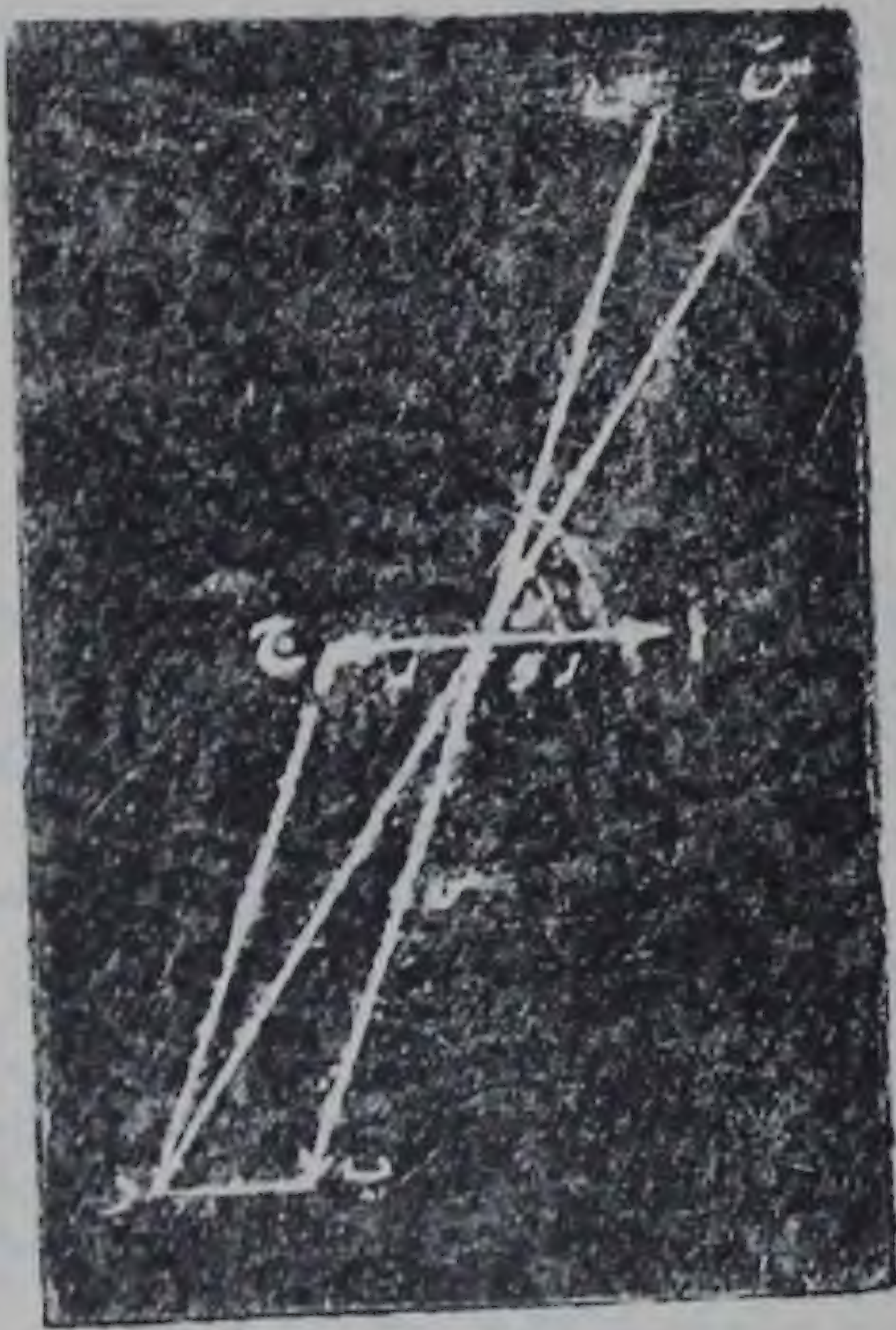
۱۰۸۔ فرض کرو کہ (شکل ۶۱) و زمین کے مقام کو تعبیر کرتا ہے۔ د سے زمین کے مدار کا تماس و ۱ کھینچو جس کا طول و ۲ زمین کی رفتار ر کو تعبیر کرے۔ نیز فرض کرو کہ کسی ستارہ کی سمت و ۳ ہے، اور س و کو ب تک اتنا بڑھاؤ کہ و ب نور کی رفتار س کو تعبیر کرے۔ اب زمین کے حالت سکون کی صورت میں ستارہ کی سمت معلوم کرنے کے لیے ہمیں ایک ایسی رفتار کو جو زمین کی رفتار ر کے

مساوی اور مخالف ہوزمین کی اور نیز روشنی کی رفتاروں کے ساتھ ترکیب دینا چاہیے ایسا کرنے سے اضافی حرکت میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہوگی، لیکن نقطہ و حالت کون میں آجائیگا اور نور پر دو رفتاریں وج اور وب عائد ہو جائیں گی جن کا حاصل ود کے مساوی ہوگا۔ اس لیے ستارہ مذکور ود کی ممدودہ سمت و س میں دکھائی دیگا۔ زاویہ س و س یعنی زاویہ عہ کو جس سے مقدار انحراف کی پیمائش ہوتی ہے ستارہ کی ضلالت کہتے ہیں۔

تعریفات

(۱) ستارہ کی اصلی اور ظاہری سمتوں کے درمیان جو زاویہ عہ بنتا ہے اُس کو ستارہ مذکور کی ضلالت کہتے ہیں۔

(۲) ستارہ کی اصلی سمت اور زمین کی حرکت کی سمت میں جو زاویہ بنتا ہے اُس کو گذر زمین کہتے ہیں۔ مثلاً \angle س و ا یا \angle س و ب گذر زمین ہے۔



شکل ۶۱

یہ ظاہر ہے کہ ضلالت کے اثر کے تحت کسی ستارہ کی سمت زمین کی حرکت کی طرف قدرے ہٹی ہوئی معلوم ہوتی ہے۔ چونکہ زمین کی حرکت کی سمت مدار پر تماس ہونے کی وجہ سے سورج کی سمت کے ساتھ ہمیشہ زاویہ قائمہ بناتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ کسی آن میں زمین طریق شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف حرکت کرتی ہوئی معلوم ہوتی ہے جو

سُورج کے پیچھے (یعنی اس کی ظاہری حرکت کی سمت کے مخالف) ۹۰° پر واقع ہو اور اس لیے آسمان پر ہر ایک ستارہ کا ہٹاؤ بوجہ ضلالت کرہ سماوی کے اُس دائرہ کبیر پر واقع ہوتا ہے جو ستارہ مذکور کے مقام اور نیز اُس نقطہ میں سے گزرے۔ چونکہ طریق شمس پر سُورج کی ظاہری حرکت مغرب سے مشرق کی طرف واقع ہوتی ہے اور جملہ اجرام فلکی کے طول بلد اس الجمل سے اسی سمت میں ناپے جاتے ہیں اس لیے طریق شمس پر سُورج سے ۹۰° پیچھے کا نقطہ دراصل وہ نقطہ ہے جس کا طول بلد سُورج کے طول بلد سے بقدر ۹۰° کے کم ہو۔ مثلاً اگر سُورج کا طول بلد ۱۲۰° ہو تو تمام ستارے طریق شمس کے اُس نقطہ کی طرف بوجہ ضلالت منصرف معلوم ہونگے جس کا طول بلد ۳۰° ہے۔

ضلالت کی تبدیلی گزر زمین کی جیب کے متناسب ہے۔

۱۰۹۔ مثلث وج د میں

$$\frac{\text{جب ج دو}}{\text{جب ج ود}} = \frac{\text{وج}}{\text{ج د}} = \frac{\text{ر}}{\text{م}} = ۱$$

$$\text{یا } \frac{\text{جب ج ع}}{\text{جب ج ب}} = \text{م}$$

$$\text{نہ } \text{جب ج ع} = \text{م جب ج ب}$$

لیکن چونکہ ع بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے جب ج ع = ع (قوسی پیمانہ میں) نیز ب کو گزر زمین کے یعنی زاویہ م کے مساوی فرض کیا جاسکتا ہے کیونکہ ان دونوں میں بہت کم فرق ہے۔

$$\text{نہ } \text{ع} = \text{ضلالت} = \text{م جب ج ب}$$

م کو ضلالت کی قدر کہتے ہیں جب قوسی پیمانہ میں پیمائش ہوتی ہے تو م سے مراد وہ نسبت ہے جو زمین کی رفتار کو نور کی رفتار کے ساتھ ہو۔

اگر ضلالت کو سکندوں میں بیان کیا جائے تو

$$\frac{r}{r} = \frac{e}{2.04245} \text{ جب } r \text{ نہ}$$

$$\frac{1}{10000} = \text{جب } r \text{ نہ (دفعہ ۱۰۶)}$$

$$\therefore e = 2.054 \text{ جب } r \text{ تقریباً}$$

اس لیے ضلالت کی قدر سکندوں میں تقریباً ۲.۰۵۶ کے مساوی ہے۔ اس کی زیادہ صحیح قیمت ۲.۰۶۴۹ ہے۔ ظاہر ہے کہ ضلالت کی قیمت بڑی سے بڑی اُس وقت ہوگی جب کہ گزر زمین = ۹۰

$$\therefore \text{بڑی سے بڑی ضلالت} = 2.0649 \text{ جب } 90 = 2.0649$$

مثال

طریق شمس پر کے ایک ستارہ کا طول بلد ۷۵° ہے، یہ فرض کر کے ضلالت کی قدر ۲.۰۶۴۹ ہے معلوم کرو کہ جب سورج کا طول بلد ۱۳۵° ہوگا تو بوجہ ضلالت ستارہ کے مقام میں کیا تبدیلی واقع ہوگی۔

یہاں ستارہ کا زاویہ فاصلہ سورج سے = ۱۳۵ - ۷۵ = ۶۰° : گزر زمین = ۳۰° کیونکہ زمین کی حرکت کی سمت سورج کی سمت پر عمود وار ہوتی ہے۔

$$\therefore e = m \text{ جب } r = 2.0649 \text{ جب } 30 = 1.06245$$

۱۱۰۔ ضلالت کی وجہ سے ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد سال بھر میں ایک چھوٹا سا قطع ناقص بناتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ یہ امر تقریباً اُسی طرح ثابت کیا جاسکتا ہے جس طرح سالانہ اختلاف منظر کی صورت میں ثابت کیا جاسکتا ہے کیونکہ ہم حسب سابق یہ فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا مدار تقریباً دائرہ ہے اور اس کی رفتار دوران سال میں یکساں رہتی ہے۔ اس لیے ہم مان سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنے اصلی مقام کے گرد (بطور مرکز کے) مدار ارض کے متوازی ایک دائرہ میں حرکت کرتا ہے۔ جب اس خیالی دائرہ کا ظل کرۂ سماوی کی سطح پر مائل واقع ہوتا ہے تو یہ دائرہ قطع ناقص ہو جاتا ہے جس کا نیم محور اعظم طریق شمس کے متوازی اور ۲.۰۶۴۹

(بڑی سے بڑی ضلالت) کے مساوی ہوتا ہے اور نیم محور اصغر ۴۹ و ۲۰ جب ع کے مساوی ہوتا ہے جہاں ع ستارہ کا عرض بلد ہے۔ کل بحث کا خلاصہ یہ ہے کہ:

(۱) ہر ایک ستارہ طریق شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف ضلالت کرتا (یعنی منصرف ہوتا) ہے جو سورج کے پیچھے اُس سے ۹۰° پر ہو۔

(۲) ضلالت ایسے بدلتی ہے جیسے گزر زمین کی جیب۔

(۳) اگر کوئی ستارہ طریق شمس کے قطب پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرض بلد ۹۰° کے مساوی ہو) تو وہ دوران سال میں اپنے اصلی مقام کے گرد ایک ایسے دائرہ میں گھومتا ہوا معلوم ہوگا جس کا زاویہ نصف قطر ۴۹ و ۲۰ ہے۔

(۴) اگر کوئی ستارہ طریق شمس پر واقع ہو (یعنی اُس کا عرض بلد صفر ہو) تو وہ دوران سال میں طریق شمس پر ایک قوس میں سے اپنے اصلی محل کے ہر دو جانب بقدر ۴۹ و ۲۰° اہتر اڑ کرتا ہوا معلوم ہوگا یعنی اُس کا کل سالانہ ہٹاؤ ۹۰° ہوگا۔

(۵) عام طور پر اگر کسی ستارہ کا عرض بلد ع ہو تو وہ دوران سال میں اپنے اصلی مقام (بطور مرکز) کے گرد ایک چھوٹا قطع ناقص بناتا ہوا معلوم ہوگا جس کا نیم محور اعظم ۴۹ و ۲۰° طریق شمس کے متوازی ہوگا اور نیم محور اصغر ۴۹ و ۲۰° جب ع ہوگا۔

طالب علم آسانی سے دیکھ سکتا ہے کہ مذکورہ بالا نتائج سالانہ اختلاف منظر کے نتائج سے بہت مختلف ہیں اگرچہ ان میں بعض باتیں مشابہ بھی ہیں۔ کسی ستارہ کا سالانہ اختلاف منظر ہم سے اس کے فاصلہ پر موقوف ہے لیکن ضلالت کی قدر سب ستاروں کے لیے بلا لحاظ ان کے فاصلوں کے یکساں ہے۔ نیز ان ستاروں کی صورت میں جو آسمان کے اُسی حصہ میں ہوں جس میں سورج ہے یا اس کے عین مقابل کے نقطہ پر ہوں سالانہ اختلاف منظر صفر ہوتا ہے لیکن اس صورت میں ضلالت کی مقدار بڑی سے بڑی ہوتی ہے۔ نیز اختلاف منظر کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ سورج کی جانب واقع ہوتا ہے اور ضلالت کی وجہ سے جو ہٹاؤ پیدا ہو وہ طریق شمس پر کے اُس نقطہ کی طرف واقع ہوتا ہے جو سورج سے ۹۰° پیچھے ہو۔

۱۱۱۔ سیاروں کی ضلالت ستاروں کی ضلالت سے قدرے اختلاف رکھتی ہے۔
 اول الذکر دو اسباب پر مبنی ہے: (۱) وہ ضلالت جو زمین کی رفتار پر مبنی ہے اور
 (۲) جو سیارہ کی اپنی رفتار پر مبنی ہے۔ اگر سیارہ کی حرکت زمین کی حرکت کے مساوی
 ہو اور اسی سمت میں عمل میں آئے تو ضلالت صفر ہوگی۔ عام طور پر ان دونوں اسباب
 کے باعث ضلالت کی کیا مقدار ہونی چاہیے آسانی کے ساتھ علیحدہ علیحدہ حساب کر لی
 جاسکتی ہے۔

چونکہ چاند کی رفتار زمین کے گرد بمقابلہ روشنی کی رفتار کے بہت کم ہے اس لیے
 ہم چاند کی ضلالت کو جو اس رفتار پر مبنی ہو صفر خیال کر سکتے ہیں، نہ زمین کی مداری حرکت
 سے ہی کچھ ضلالت واقع ہو سکتی ہے کیونکہ چاند بھی اس حرکت میں شریک ہے۔ اس لیے ہم
 چاند کی ضلالت کو تقریباً صفر تصور کر سکتے ہیں۔

ضلالت کا اکتشاف — ضلالت کا اکتشاف پہلے پہل بویدلے نے
 کیا تھا جب کہ وہ ڈراکونینس (تین) کے سالانہ اختلاف منظر کی تحقیقات میں مصروف تھا۔
 اُس نے دیکھا کہ اس ستارہ کے عرض بلد میں خفیف سالانہ تغیرات ہوتے ہیں۔ جن کی توجیہ
 جملہ معلومہ اسباب کے ذریعہ نہیں ہو سکتی تو بالآخر اُس نے متذکرہ بالا طریقہ استدلال
 اختیار کیا۔

۱۱۲۔ یومیہ ضلالت — زمین کی محوری حرکت کی وجہ سے خط استوا پر کا
 ہر ایک نقطہ ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ میں ۲۵۰۰۰ میل کا چکر لگاتا ہے۔ اس کی شرح ۳ میل
 فی سکنڈ ہے یعنی مدارِ ارض پر زمین کی رفتار کا ۱/۲۵۰۰۰ واں حصہ ہے۔ ظاہر ہے کہ اگر
 سطح زمین پر کا کوئی اور نقطہ لیا جائے جو خط استوا پر نہ ہو تو اس کی رفتار استوا پر کے
 نقطہ کی رفتار سے کم ہوگی۔

اس حرکت کی بنا پر جو ضلالت واقع ہوتی ہے اُس کو یومیہ ضلالت
 کہتے ہیں مگر ہم محوری حرکت کی متذکرہ بالا رفتار کا مقابلہ روشنی کی رفتار کے ساتھ
 کرنے سے آسانی دیکھ سکتے ہیں کہ یہ ضلالت تقریباً ناقابلِ لحاظ ہو گئی ہے۔

نواں باب

چاند

۱۱۳۔ سورج کے بعد چاند ایک ایسا جرم ہے جو سب اجرام فلکی میں ہمارے لیے زیادہ اہمیت رکھتا ہے۔ مشرق سے مغرب کی طرف اس کی ظاہری یومیہ گردش کے علاوہ جو اس کو زمین کی محوری گردش کی وجہ سے مثل دیگر اجرام فلک کے حاصل ہے یہ سورج کے مانند ثابت ستاروں کے اندر سمت متقابل میں ایک اور حرکت بھی رکھتا ہے جس کا پورا دور یہ ۲۷ دن ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ میں مکمل کر لیتا ہے جس طرح سورج طریق شمس کا پورا چکر ایک سال میں لگا لیتا ہے اسی طرح چاند ثابت ستاروں کے اندر سورج سے ۳۱ گنا جلدی حرکت کرتا ہے۔ اس کی یہ حرکت اتنی تیز ہے کہ دو تین گھنٹے کے قلیل عرصہ میں چکدار ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام کا تغیر بخوبی معلوم ہو سکتا ہے۔

کرہ سماوی پر طریق قمر یعنی چاند کے راستہ کا نقشہ کھینچنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ ایک دائرہ کبیر ہے جو طریق شمس کو 90° پر قطع کرتا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ سیاروں کی طرح یہ بھی ہمیشہ طریق شمس کے قریب ہی کہیں نہ کہیں پایا جاتا ہے اور اس کا شمالی یا جنوبی عرض بلد کبھی 90° سے تجاوز نہیں کرتا۔

چاند جو بظاہر ثابت ستاروں کے اندر حرکت کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے اس کی اصل وجہ یہ ہے کہ وہ اپنے مدار پر زمین کے گرد حرکت کرتا ہے۔ دراصل چاند زمین کا تابع ہے لیکن ہمیں یہ خیال نہیں کرنا چاہیے کہ چونکہ کرہ سماوی پر اس کے مدار کا نطل

دائرہ کبیر ہے اس لیے یہ مدار بھی دائرہ ہے۔ ایسا نہیں ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ سورج کے مانند چاند کا فاصلہ بھی زمین سے ہمیشہ مستقل نہیں رہتا۔ یہ نتیجہ اس بات پر مبنی ہے کہ اگر خردہ پیمائے مختلف اوقات پر اس کے زاویائی قطر کی پیمائش کی جائے تو معلوم ہوگا کہ اس میں دوری تبدیلیاں واقع ہوتی رہتی ہیں جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ زمین سے اس کا فاصلہ بھی بدلتا رہتا ہے اور یہ فاصلہ بڑے سے بڑا اُس وقت ہوتا ہے جبکہ ظاہری قطر کم سے کم ہو اور برعکس ازیں چھوٹے سے چھوٹا اُس وقت ہوتا ہے جبکہ قطر بڑے سے بڑا ہو۔ اس کا بڑے سے بڑا زاویائی قطر $\frac{1}{33}$ ہوتا ہے اور چھوٹے سے چھوٹا $\frac{1}{29}$ ، ان کا اوسط $\frac{1}{31}$ ہے یعنی نصف درجہ سے کچھ زیادہ۔ زاویائی قطر کی ان تبدیلیوں سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ (۱) زمین کے گرد چاند کا مدار تقریباً ناقص کی شکل کا ہے جس کے ایک ماسکہ پر زمین کا مرکز واقع ہے۔ نیز (۲) زمین اور چاند کے مرکوزوں کو ملانے والا نیم قطر سمتی مساوی وقتوں میں مساوی رقبے طے کرتا ہے۔

اس سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ ثابت ستاروں کے اندر چاند کی رفتار بھی یکساں نہیں ہونی چاہیے اور دراصل ہے بھی یہی۔ اس کی رفتار $33 \frac{1}{3}$ فی گھنٹہ (بڑی سے بڑی) سے لے کر $2 \frac{1}{2}$ فی گھنٹہ (چھوٹی سے چھوٹی) تک بدلتی ہے اور اس کی اوسط رفتار فی گھنٹہ $32 \frac{1}{2}$ ہے اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ چاند ثابت ستاروں کے اندر ایک گھنٹہ میں اپنے قطر کے تقریباً مساوی قوس طے کرتا ہے۔

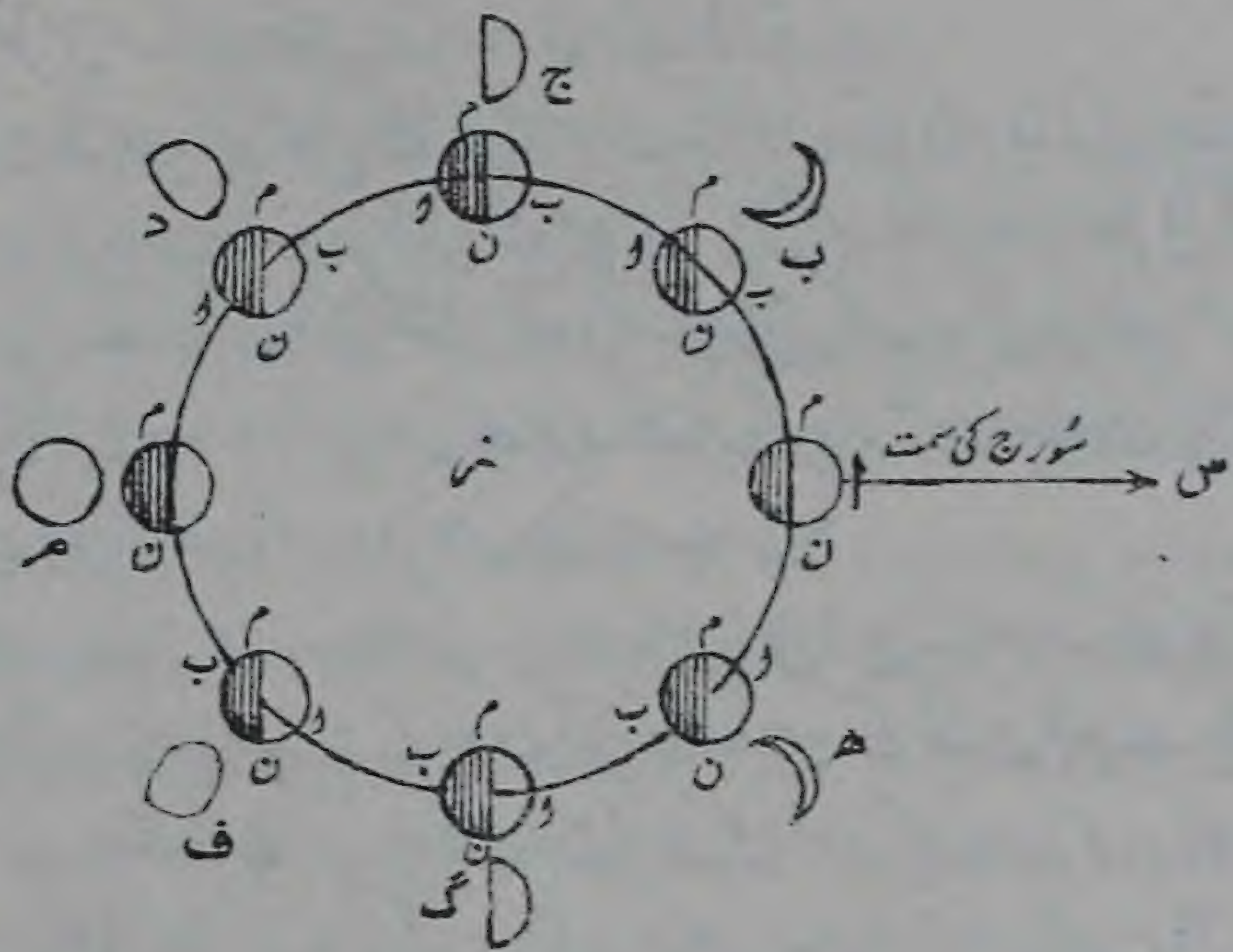
زمین سے چاند کا اوسط فاصلہ 238000 میل یعنی زمین کے نصف قطر کا تقریباً 40 گنا ہے۔ چونکہ یہ فاصلہ سورج کے نصف قطر سے جو زمین کے نصف قطر سے 110 گنا ہے (دیکھو دفعہ ۴۴) بہت کم ہے اس لیے اگر سورج کو اس طرح تصور کیا جائے کہ اس کا مرکز زمین کے مرکز پر منطبق ہو تو سورج کی کمیت چاند سے بھی بہت آگے تک پھیلی ہوئی رہے گی۔ اس امر پر غور کرنے سے اُس جرم (سورج) کی کمیت اور جسامت کا ایک گونا اندازہ ہو سکتا ہے، جو ہمارے نظام کا مرکز ہے۔

چاند کی ہیئتیں

۱۱۴۔ آسمان پر سب سے زیادہ دلکش منظر شاید وہ تبدیلیاں ہیں جو چاند کی منور سطح کے مرئی حصہ میں واقع ہوتی رہتی ہیں جب کہ یہ زمین کے گرد اپنے مدار پر حرکت

کرتا ہے۔ اس کی ان ظاہری شکلوں کو اس کی ہیئتیں کہتے ہیں۔ ان سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ چاند ایک غیر شفاف جرم ہے جو سورج سے کسب نور کرتا ہے۔ چونکہ وقت واحد میں چاند کی سطح کا صرف وہ نصف حصہ ہی منور ہو سکتا ہے جو آفتاب کے سامنے ہوتا ہے اس لیے اس منور سطح کا جو حصہ کوئی شخص مشاہدہ کر سکتا ہے اس میں سورج، زمین اور چاند کی اضافی وضعوں کے لحاظ سے مسلسل تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔

فرض کرو کہ (شکل ۶۲ میں) ا ج صرد چاند کا مدار ہے۔ نہ زمین ہے اور مں سورج کی سمت ہے۔ اس شکل میں چاند کے جو آٹھ محل دکھائے گئے ہیں ان سب میں خط م ن جو سمت شمسی پر عمود ہے منور حصہ کو غیر منور حصہ سے جدا کرتا ہے اور



شکل ۶۲

چونکہ سورج اس قدر دور و دراز فاصلہ پر ہے اس لیے مں سب جگہ ایک دوسرے کے متوازی کھینچے گئے ہیں۔ خط ا ب چاند کو ان دو حصوں میں تقسیم کرتا ہے جن میں سے ایک کا رخ مشاہدہ کنندہ کے سامنے کر رہا ہے اور دوسرا اوچھل رہا ہے۔ جب چاند اقتران میں ہو جیسا کہ ۲ پر، تو اس وقت اس کا جو حصہ زمین کے

سامنے ہوتا ہے وہ تاریک ہوتا ہے۔ اس محل میں چاند مشاہدہ کنندہ کو بالکل دکھائی نہیں دیتا۔ اس حالت میں اس کو محاق یا اُصاوس کہتے ہیں۔

اس کے چار یا پانچ دن بعد جب کہ چاند ب پر پہنچ جاتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اس کی منور سطح کا نہایت قلیل حصہ دکھائی دیتا ہے جو سورج کے غروب ہونے کے بعد آسمان پر باریک ہلال کی شکل میں نظر آتا ہے۔

جب چاند ج پر یعنی سورج سے ۹۰ کے فاصلہ پر ہو تو اس وقت یہ محل تربیع میں ہوگا اور آسمان پر منور نصف دائرہ کی شکل میں دکھائی دیگا۔ اس کیفیت کو چاند کی پہلی تربیع کہتے ہیں اور خود چاند کی نسبت کہا جاتا ہے کہ اس کی تنصیف ہوگئی۔

مقام د پر چاند مقبب یا محدب ہوتا ہے اور جب یہ مقابلہ میں ہوتا ہے جیسے مہ پر جہاں کہ یہ اقتران کے تقریباً ۱۵ دن بعد پہنچتا ہے تو اس کی کل منور سطح کا رخ ہماری طرف ہوتا ہے اور یہ آسمان پر ایک مکمل مستدیر قرص کی شکل میں دکھائی دیتا ہے۔ اس مہیت میں اس کو بدر یا پورا چاند کہتے ہیں۔

بدر کے بعد یہ سب مہیتیں ترتیب مقلوب میں عود کرتی ہیں۔ حتیٰ کہ چاند گ پر پھر محل تربیع میں آجاتا ہے۔ اس کو تیسری تربیع کہتے ہیں۔ بالآخر یہ ۲ پر پہنچ کر پھر محل اقتران میں آجاتا ہے۔

اقتران یا مقابلہ کے محلوں پر کہا جاتا ہے کہ چاند سدھاؤ کی حالت میں ہے۔ ظاہر ہے کہ جب چاند محل اقتران میں ہو تو سورج سے اس کا ابتعاد ۰ ہوتا ہے اور جب یہ محل مقابلہ میں ہو تو ابتعاد ۱۸۰ ہوتا ہے۔ تربیع کے وقت جب کہ یہ ربع اول میں ہو تو اس کا ابتعاد ۹۰ ہوتا ہے اور تیسرے ربع کے وقت ۲۷۰۔

تعریفیں

(۱) چاند کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے ایک دور کو پورا کرنے میں جو وقفہ لگتا ہے اس کو اس کی دوری مدت یا کوکبی دور کہتے ہیں۔ یہ عرصہ ۲۹ دن ۷ گھنٹے ۴۳ منٹ ہوتا ہے۔

(۲) دو مسلسل اقترانوں یا مقابلوں کا درمیانی وقفہ یا الفاظ دیگر وہ مدت

جو سورج کے لحاظ سے ایک دور کی تکمیل میں صرف ہوتی ہے اس کو چاند کا دورِ اقترانی یا قمریہ کہتے ہیں۔ یہ مدت $\frac{1}{4}$ ۲۹ دن یا زیادہ صحیح طور پر ۷۸۸.۵۳۰۵۳۹ دن ہے۔

ظاہر ہے کہ اگر سورج طریقِ شمس پر بظاہر حرکت نہ کرتا تو کوکبی اور اجتماعی دور دونوں بعینہ وہی ہوتے یعنی دو متصل بدروں میں بجائے $\frac{1}{4}$ ۲۹ دن کے ۲۷ دن، گھنٹے کا وقفہ ہوتا۔ لیکن دراصل جس عرصہ میں چاند زمین کے گرد اپنی گردش کی تکمیل کر رہا ہوتا ہے (جو یہ ۲۷ دن، گھنٹے میں کرتا ہے) تو سورج طریقِ شمس پر اُسی سمت میں سرسری طور پر اُردو زانہ کی شرح سے $\frac{1}{4}$ کی قوس میں سے آگے نکل جاتا ہے اور چاند کو زمین اور سورج کے لحاظ سے وہی محل اختیار کرنے میں دو دن کی مزید مدت درکار ہوتی ہے۔ سابقہ شکل میں جہاں چاند کی نسبتوں کی توضیح کی گئی ہے ہم نے سہولتِ تفہیم کی غرض سے سورج اور زمین کو ثابت اور چاند کی رفتار کو سورج کے لحاظ سے اضافی رفتار کے مساوی فرض کیا ہے جس کی رُو سے یہ پوری گردش کی تکمیل $\frac{1}{4}$ ۲۹ دن میں کرتا ہے۔

چاند کے اقترانی دور کی تعیین

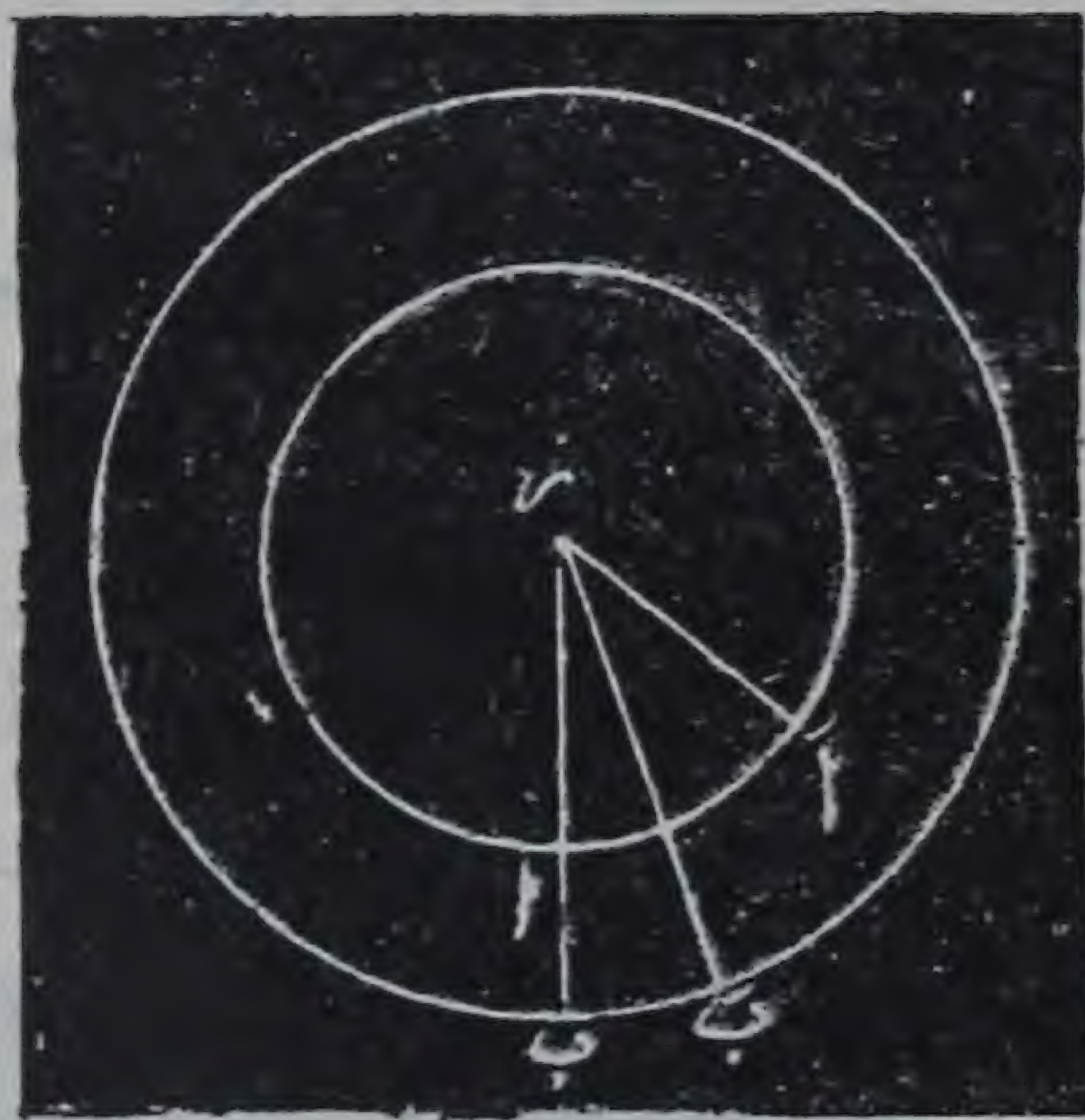
۱۱۵۔ ہم جانتے ہیں کہ جب چاند کو گہن لگتا ہے تو یہ لازمی طور پر محلِ مقابلہ میں ہوتا ہے۔ اس لیے اگر ہم دو گہنوں کے وسطوں کی درمیانی مدت کو ٹھیک ٹھیک مشاہدہ کر لیں اور اسے اس عرصہ کے اقترانی دوروں کی تعداد پر تقسیم کر دیں تو ہمیں ایک اقترانی دور یا قمریہ کی مدت حاصل ہو جائیگی۔

قمریہ کی اوسط مدت نہایت صحت کے ساتھ زمانہ قدیم کے گہنوں کی تاریخوں سے بخوبی معلوم ہو سکتی ہے۔ گہنوں کے قدیم ترین مشاہدات جن کا صحیح اور قابل اعتبار ذکر موجود ہے شہرِ بابل میں ۷۲۰ اور ۷۱۹ سال قبل مسیح حاصل کیے گئے تھے۔ ان میں سے کسی ایک گہن سے لے کر موجودہ زمانہ کے کسی گہن تک قمریوں کی تعداد معلوم ہے اس لیے ہم ایک طویل عرصہ کے مشاہدوں کے لحاظ سے قمریہ کی اوسط مدت محسوب کر سکتے ہیں۔

چاند کے کوکبی دور کی تعیین

۱۱۶۔ جب چاند کا اقترانی دور معلوم ہو گیا تو ہم اس کا کوکبی دور یا دوری وقت اُسی طرح معلوم کر سکتے ہیں جس طرح کہ سیارہ کا کوکبی دور دریافت کیا جاتا ہے (دیکھو دفعہ ۶۴)۔
 شکل ۶۳ میں نما زمین ہے، اندرونی دائرہ چاند کا مدار ہے اور بیرونی دائرہ زمین کے گردش کے ظاہری مدار کو تعبیر کرتا ہے۔ ۱ اور ۲ محل اقتران میں بالترتیب چاند اور سورج کے مقام ہیں، اور ۱ اور ۲ اقتران کے ایک روز بعد ان کے مقام ہیں۔
 فرض کرو کہ

س = زمین کے گردش کی ظاہری گردش کا دور = $\frac{1}{365}$ یوم
 ک = چاند کا کوکبی دور یا دوری مدت
 ت = دو متصل اقترانوں کا درمیانی وقفہ = $\frac{1}{29}$ یوم



شکل ۶۳

∴ $\frac{۳۶۰}{ک} = \Delta$ جو چاند ایک دن میں بناتا ہے = Δ ۱ اور ۱
 $\frac{۳۶۰}{س} = \Delta$ جو سورج ایک دن میں بناتا ہے = Δ ۲ اور ۲

∴ $\frac{360}{ک} - \frac{360}{س} = \Delta$ جو چاند سورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے = Δ ب نہرا

لیکن $\frac{360}{ت}$ بھی = Δ جو چاند سورج سے ایک دن میں آگے بڑھ جاتا ہے۔

$$\frac{360}{ت} = \frac{360}{س} - \frac{360}{ک}$$

$$\frac{1}{ت} = \frac{1}{س} - \frac{1}{ک}$$

$$\frac{1}{۲۹۵۵} = \frac{1}{۳۶۵۶۲۵} - \frac{1}{ک} \quad \text{یعنی}$$

اسے حل کرنے سے کوکبی دور کی قیمت تقریباً ۲۷ دن ۷ گھنٹے برآمد ہوتی ہے۔

چاند کے کوکبی دور کی زیادہ صحیح قیمت ۲۷ یوم ۷ گھنٹے ۳۳ منٹ ۱۱ سکند
ہے اور اقترانی دور (قمری دور) کی ۲۹۵۵۳۰۵۸۸۷ یوم ہے۔

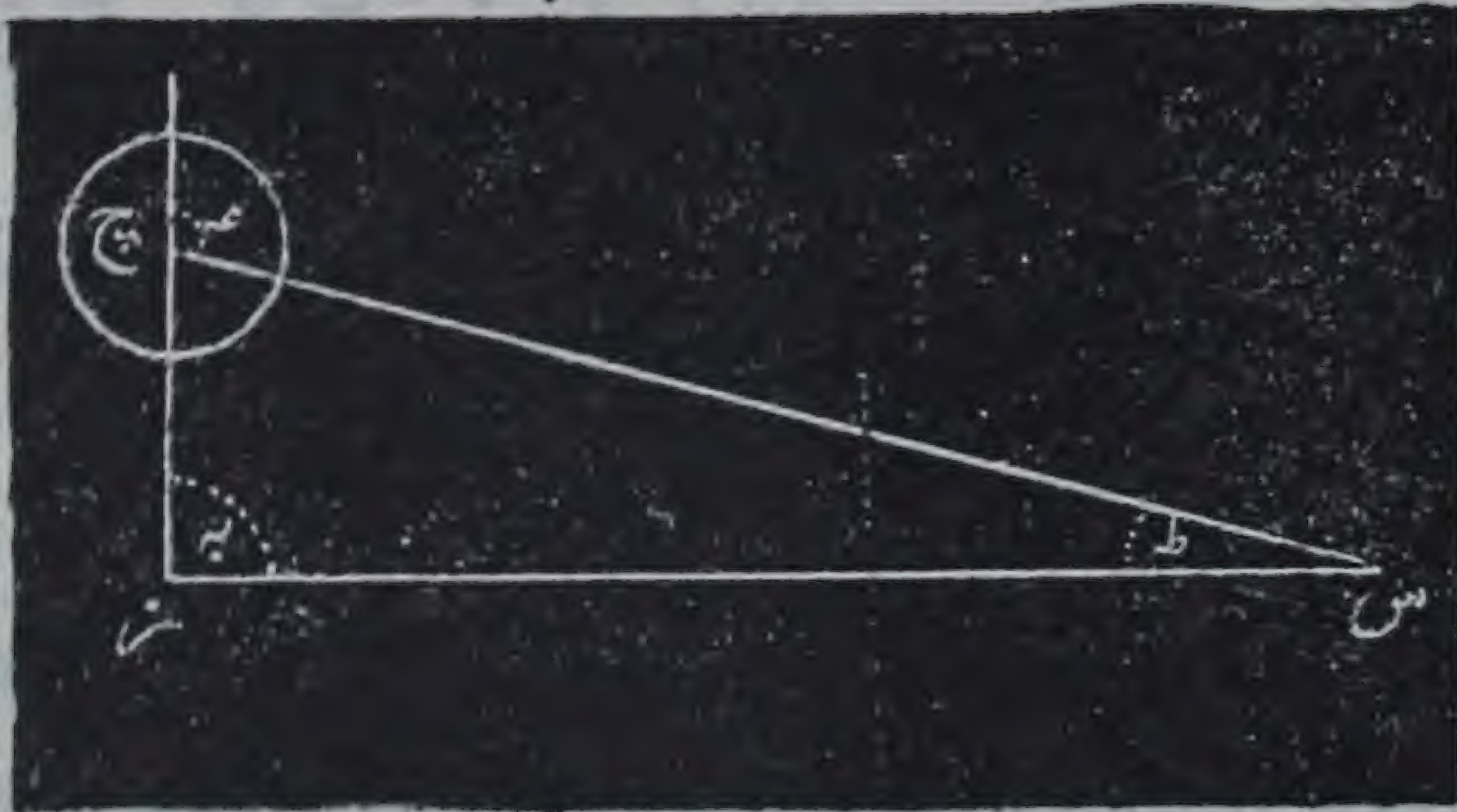
میٹون کا دور

۱۱۷-۳۳۳ سال قبل از مسیح پہلے پہل میٹون نے یہ معلوم کیا کہ ۱۹ سال میں
دنوں کی جو تعداد ہوتی ہے وہ ایک قمری دور کا قریب قریب پورا ضعف ہوتی ہے، کیونکہ
 $۶۹۳۹۵۷۵ = ۱۹ \times ۳۶۵۶۲۵$ اور $۶۹۳۹۵۷۵ = ۲۳۵ \times ۲۹۵۵۳۰۵۸۸۷$
پس ہر ۱۹ سال میں تقریباً پورے ۲۳۵ قمری دور ہوتے ہیں۔ اس لیے ہر ۱۹ سال کے
بعد سورج اور چاند دونوں ثابت ستاروں کے لحاظ سے مکرر اپنی سابقہ وضع میں
آجاتے ہیں لہذا چاند کی تمام ہیئتیں مہینہ کی انہیں تاریخوں پر پھر واقع ہوتی ہیں
جن پر کہ ۱۹ سال پہلے واقع ہوئی تھیں۔ فرق صرف اس قدر ہوتا ہے کہ یہ ہیئتیں
تقریباً ایک گھنٹہ قبل واقع ہوتی ہیں۔ اس دور کو میٹون کا دور کہتے ہیں۔ میٹون کے دور کا
اکتشاف معتد بہ اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اس کی مدد سے بدر کی تاریخیں وغیرہ حساب

لگانے کے بغیر پیش از پیش بتائی جاسکتی ہیں۔ اس کا استعمال زیادہ تر یہ معلوم کرنے کے لیے کیا جاتا ہے کہ ایسٹر کا جشن جو ہر سال ۲۱ مارچ کے بعد کے پہلے پورے چاند کے متعاقب اتوار کو منایا جاتا ہے کسی خاص سال میں کس تاریخ کو واقع ہوتا ہے اس وجہ سے ۱۹ سے ۹۹ تک کے ۱۹ عددوں کو طلائی اعداد کہتے ہیں۔ کسی خاص سال کے طلائی عدد سے مراد وہ فاضل عدد ہے جو سنہ کے عدد میں ایک اضافہ کر کے اس کو ۱۹ پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے مثلاً ۱۹۰۱ء کے لیے طلائی عدد ۲ ہے کیونکہ ۱۹۰۲ء کو ۱۹ پر تقسیم کرنے سے ۲ باقی بچتا ہے۔ اگر باقی کچھ نہ بچے تو ۱۹ ہی کو طلائی عدد سمجھا جاتا ہے۔

چاند کی منور سطح کا مرئی رقبہ

۱۱۸۔ جس طرح سیاروں کے متعلق پیش ازیں (دیکھو دفعہ ۶۲) بتایا جا چکا ہے بعینہ اسی طرح چاند کے متعلق بھی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اس کی منور سطح کا مرئی رقبہ جو زمین کے سامنے ہوتا ہے وہ اس خارجی زاویہ کی سہم الجیب کے متناسب ہوتا ہے جو زمین اور سورج کے محاذی چاند پر بنتا ہے۔ مثلاً اگر (شکل ۶۴) میں چچ چاند ہو، نما زمین ہو اور من سورج ہو تو چاند پر کا خارجی زاویہ عہ ہے اس لیے مرئی رقبہ ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب عہ، لیکن (اقلیدس م ۱، ش ۳۲) عہ = بہ + ط۔ جہاں بہ چاند کا زاویہ ابتعاد ہے سورج سے۔ زاویہ عہ تقریباً بہ کے مساوی ہے پس کیونکہ چاند بمقابلہ سورج کے زمین سے بہت نزدیک ہونے کی وجہ سے زاویہ طہ ہمیشہ بہت چھوٹا ہوتا ہے چنانچہ اس کی قیمت کبھی ۱۰ سے زائد نہیں ہوتی۔ پس مرئی رقبہ تقریباً ایسے بدلتا ہے جیسے سہم الجیب بہ۔



شکل ۶۴

ہے کہ ہم زاویہ طہ کو نظر انداز نہیں کر سکتے۔

۱۱۹۔ زمین تاب — ظاہر ہے کہ اگر زمین کو چاند پر سے دیکھا جاسکے تو زمین بھی اُسی قسم کی ہیئتوں میں سے گزرتی ہوئی معلوم ہوگی جن میں سے (زمین پر سے دیکھنے والوں کو) چاند گزرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ لیکن ان ہیئتوں کی ترتیب الٹی ہوگی۔ اماؤس کے وقت اگر زمین کو چاند پر سے مشاہدہ کیا جائے تو یہ پوری روشن (یعنی حالت بدر میں دکھائی دے گی۔ جب چاند ہمیں ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے اُس وقت زمین مقبب نظر آئیگی اس کے برعکس چاند مقبب ہو تو زمین ہلال نظر آئیگی۔ اس امر سے اُس منظر کی وجہ بخوبی سمجھ میں آجائیگی جسے ہر ایک شخص نے مشاہدہ کیا ہوگا یعنی یہ کہ جب چاند آسمان پر ایک باریک ہلال کی شکل میں دکھائی دیتا ہے تو اس کی سطح کا باقی حصہ مدھم روشنی سے چمکتا ہوا نظر آتا ہے یہ روشنی دراصل زمین سے چاند پر پڑتی ہے اور پھر وہاں سے منعکس ہو کر زمین تک پہنچتی ہے۔

چاند کی تنصیف کے مشاہدہ سے سورج کے

فاصلہ کی تعیین

۱۲۰۔ باب ہفتم میں ہم بہت سے مختلف طریقے بیان کر چکے ہیں جن سے کہ سورج کا فاصلہ محسوب کیا جاتا ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور طریقہ بھی ہے جس سے اگرچہ اس درجہ صحت کی توقع نہیں کی جاسکتی لیکن تاریخی نقطہ نگاہ سے یہ طریقہ خاص اہمیت رکھتا ہے کیونکہ اسے ارسطارخس نے پہلے پہل سنہ قبل از مسیح میں اسکندریہ میں استعمال کیا تھا، سورج کا فاصلہ معلوم کرنے کے لیے غالباً یہ پہلی کوشش تھی۔

جب چاند کی تنصیف ہو جائے تو سورج سے چاند کا زاویہ ابتعاد (شکل ۶۲) مشاہدہ کر لیا جاتا ہے یعنی جب \angle س چ نر = ۹۰°

$$\text{جم بہ} = \frac{\text{نر چ}}{\text{نر س}}$$

چونکہ یہ معلوم ہوتا ہے اس لیے چاند کے فاصلہ کی نسبت سورج کے فاصلہ کے ساتھ معلوم ہو جاتی ہے اور اس سے اگر چاند کا فاصلہ معلوم ہو تو سورج کا فاصلہ محسوب ہو سکتا ہے۔

اس طریقہ سے صحیح نتائج معلوم کرنا ممکن نہیں کیونکہ چاند کی سطح کی عدم ہمواری کی وجہ سے وہ خط فاصل جو اس کے تاریک حصہ کو روشن حصہ سے جدا کرتا ہے وہ دو زمین میں سے دیکھنے سے بہت غیر مسلسل معلوم ہوتا ہے اس لیے مشاہدہ کنندہ نہیں بتا سکتا کہ ٹھیک کس وقت چاند کی تضحیف ہوتی ہے۔ طریقہ ہذا کو استعمال کرنے سے ارسطو ارحس اس نتیجہ پر پہنچا کہ سورج چاند کی نسبت ۱۹ گنا دور ہے زمانہ حال کے مشاہدوں سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ سورج چاند کی نسبت ۴۰۰ گنا فاصلہ پر ہے۔

چاند محور کے گرد حرکت کرتا ہے

۱۲۱۔ چاند کے متعلق یہ ایک قابل ذکر بات ہے کہ یہ تقریباً ہمیشہ ایک ہی رخ مشاہدہ کنندہ کی طرف رکھتا ہے۔ پہاڑ اور دیگر نشانات جو اس کی سطح پر دکھائی دیتے ہیں وہ اس کے قرص کے محیط اور نیز اس کے مدار کی سطح مستوی کے لحاظ سے تقریباً ایک ہی وضع میں رہتے ہیں۔ اس امر واقع سے نتائج ذیل مستنبط ہوتے ہیں:-
(۱) چاند اپنے محور کے گرد حرکت کرتا ہے اور محور مدار کی سطح مستوی پر تقریباً عمود وار رہتا ہے۔

(۲) محور کے گرد اس کی ایک گردش کی مدت مساوی ہے اُس وقت کے جو اسے زمین کے گرد ایک دورہ لگانے میں صرف ہوتا ہے یعنی ۲۷ دن ۷ گھنٹے۔ ابتداءً ممکن ہے کہ مبتدی کو یہ خیال پیدا ہو کہ چونکہ چاند کا ایک ہی رخ ہمیشہ زمین کے سامنے رہتا ہے اس لیے چاند اپنے محور کے گرد حرکت نہیں کرتا۔ ذیل کی مثال سے واضح ہو گا کہ یہ خیال بالکل غلط ہے:- طالب علم اپنے کمرے کے عین بیچ میں ایک لمپ یا کوئی اور چیز رکھے اور اس کے گرد ایک دائرہ میں اس طرح حرکت کرے کہ اس کا مُنہ ہمیشہ لمپ کی طرف رہے۔ فرض کرو کہ حرکت کرنے سے پہلے اس کا مُنہ شمال کی طرف ہے، اب جیسے جیسے وہ حرکت کرتا جاتا ہے اُس کا مُنہ سلسلہ وار جملہ جہات کی طرف ہوتا جاتا ہے چنانچہ جب وہ نصف دائرہ طے کر چکے تو اُس کا مُنہ بجائے شمال کے جنوب کی طرف ہو جاتا ہے اور نصف دائرہ اور طے کرنے کے بعد اُس کا مُنہ پھر شمال کی سمت میں آ جاتا ہے بالفاظ دیگر اپنے مُنہ کو ہمیشہ لمپ کی طرف رکھنے کے لیے اُسے ہر ایک حکم میں

اپنے جسم کو ۳۶۰° میں گھمانا پڑتا ہے۔ زمین کے گرد چاند کی حرکت بھی بعینہ اسی طرح کی ہے۔

تماایلِ قمر - عرضِ بلد کا تماایل

۱۲۲ - چاند کا محور اس کے مدار کی سطح مستوی پر پورے طور پر عمود وار نہیں ہے بلکہ اس کے ساتھ $\frac{1}{4}^{\circ}$ کا یعنی عمود کے ساتھ $\frac{1}{4}^{\circ}$ زاویہ بناتا ہے۔ اس لیے جب چاند زمین کے گرد گھومتا ہے تو یکے بعد دیگرے اس کے قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی کا رخ خفیف سا مشاہدہ کنندہ کی طرف یا اس کے مخالف سمت میں ہوتا رہتا ہے۔ اس کے مدار کے ایک حصہ پر ہم قطبِ شمالی کے $\frac{1}{4}^{\circ}$ پرے تک دیکھتے ہیں اور دوسرے وقت قطبِ جنوبی سے $\frac{1}{4}^{\circ}$ پرے تک دیکھتے ہیں۔ اس منظر کو عرضِ بلد کا تماایل کہتے ہیں۔

طولِ بلد کا تماایل

ہم دیکھ چکے ہیں کہ چاند کی محوری حرکت کی مدت زمین کے گرد اس کی حرکت کی مدت کے مساوی ہے لیکن زمین کے گرد اس کی حرکت یکساں نہیں رہتی اس لیے کہ اس کا مدار بشکل قطع ناقص ہونے کی وجہ سے زمین سے اس کا فاصلہ مستقل نہیں رہتا مگر اس کی محوری مدت یکساں رہتی ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اگرچہ ہر دو قسم کی گردشوں کی تکمیل کی مدتیں مساوی ہیں لیکن باہم ایک وقت میں تو ہم اس کی شرقی جانب کا کچھ زیادہ حصہ دیکھ سکتے ہیں اور دوسرے وقت میں اس کی غربی جانب کا کچھ زیادہ حصہ مشاہدہ کر سکتے ہیں۔ اس کو طولِ بلد کا تماایل کہتے ہیں۔ اس کی بڑی سے بڑی مقدار ۵° ۴۵' ہے۔

یومیہ تماایل

علاوہ ازیں ایک اور قسم کا تماایل بھی ہے جسے یومیہ تماایل کہتے ہیں جو دراصل اختلافِ منظر کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے۔ چاند کے طلوع ہونے سے غروب ہونے تک زمین کی گردش کی وجہ سے مشاہدہ کنندہ اپنے مقامِ مشاہدہ کو بدل لیتا ہے اس لیے اس اثناء میں ہمیشہ چاند کا وہی رخ اس کے سامنے نہیں رہتا۔ جب چاند مشرق میں طلوع کرتا ہے تو مشاہدہ کنندہ کو اس کے اُس حصہ کی نسبت جو

چاند کے نصف النہار پر پہنچنے کے وقت اس کے سامنے ہوتا ہے قدرے زیادہ غربی حصہ دکھائی دیتا ہے اور جب یہ مغرب میں غروب ہوتا ہے تو اس کا قدرے زیادہ شرقی حصہ نظر آتا ہے۔ اس طرح مجموعی طور پر ہم چاند کے نصف کی بجائے اس کا تقریباً ۵۹ فی صدی حصہ دیکھ سکتے ہیں۔

چاند کا راستہ سورج کے گرد

۱۲۳۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ زمین کے لحاظ سے چاند کا جو راستہ ہے اس کی شکل قطع ناقص کی ہے لیکن چونکہ زمین کی مداری حرکت کے دوران میں یہ بھی زمین کے ساتھ ساتھ چلتا ہوا سورج کے گرد چکر لگاتا ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ سورج کے گرد ہمارے چاند کا راستہ دراصل دو حرکتوں کا مرکب ہے جن میں سے ایک زمین کے گرد اس کی ماہانہ حرکت ہے اور دوسری سورج کے گرد اس کی سالانہ حرکت ہے۔ اگر ہم اس چھوٹے سے زاویہ کو نظر انداز کر دیں جو اس کا مدار طریق شمس کے ساتھ بناتا ہے اور دونوں کو ایک ہی سطح مستوی میں تصور کر لیں تو چاند کے راستہ کو ذیل کی شکل میں نقطہ دار خط سے تعبیر کیا جاسکتا ہے جو بالتبادل مدار ارض کے اندر اور باہر واقع ہوتا ہے اور سال بھر میں اسے تقریباً ۲۵ مرتبہ عبور کرتا ہے۔ شکل ہذا میں چچ چاند کو اور نر زمین کو اواس کے وقت تعبیر کرتے ہیں۔ اسی طرح تقریباً ۵۱ دن کے وقفہ کے بعد پورے چاند کے موقع پر چچ اور نر بالترتیب زمین اور چاند کے مقامات کو تعبیر کرتے ہیں۔ یہ امر قابل ذکر ہے کہ چاند کا راستہ سورج کے رخ پر ہمیشہ مقعر رہتا ہے۔



شکل ۶۵

گرما کی نسبت سرما میں چاندنی زیادہ دیر تک رہتی ہے

چونکہ پورا چاند مقابلہ کے وقت ہی ہو سکتا ہے اس لیے اس وقت اس کا مقام آسمان پر سورج کے عین مقابل جانب ہوتا ہے پس وسط گرما میں جب کہ سورج کا میل شمالی ہوتا ہے تو پورے چاند کا میل اس کے مساوی اور جنوبی ہوتا ہے اور اس لیے یہ مقابلہ کم عرصہ افق کے اوپر رہتا ہے (دیکھو دفعہ ۲۰)۔ عکس اس کے سرما میں حالات اس کے عین متضاد ہوتے ہیں یعنی سورج کا میل جنوبی ہوتا ہے اور چاند کا شمالی، اس لیے سرما میں چاند مقابلہ زیادہ دیر تک افق کے اوپر رہتا ہے۔ یہ عین اُس وقت واقع ہوتا ہے جب کہ دن چھوٹے ہوتے ہیں اور ہمیں روشنی کی زیادہ ضرورت ہوتی ہے۔

چاند کا ابطاء

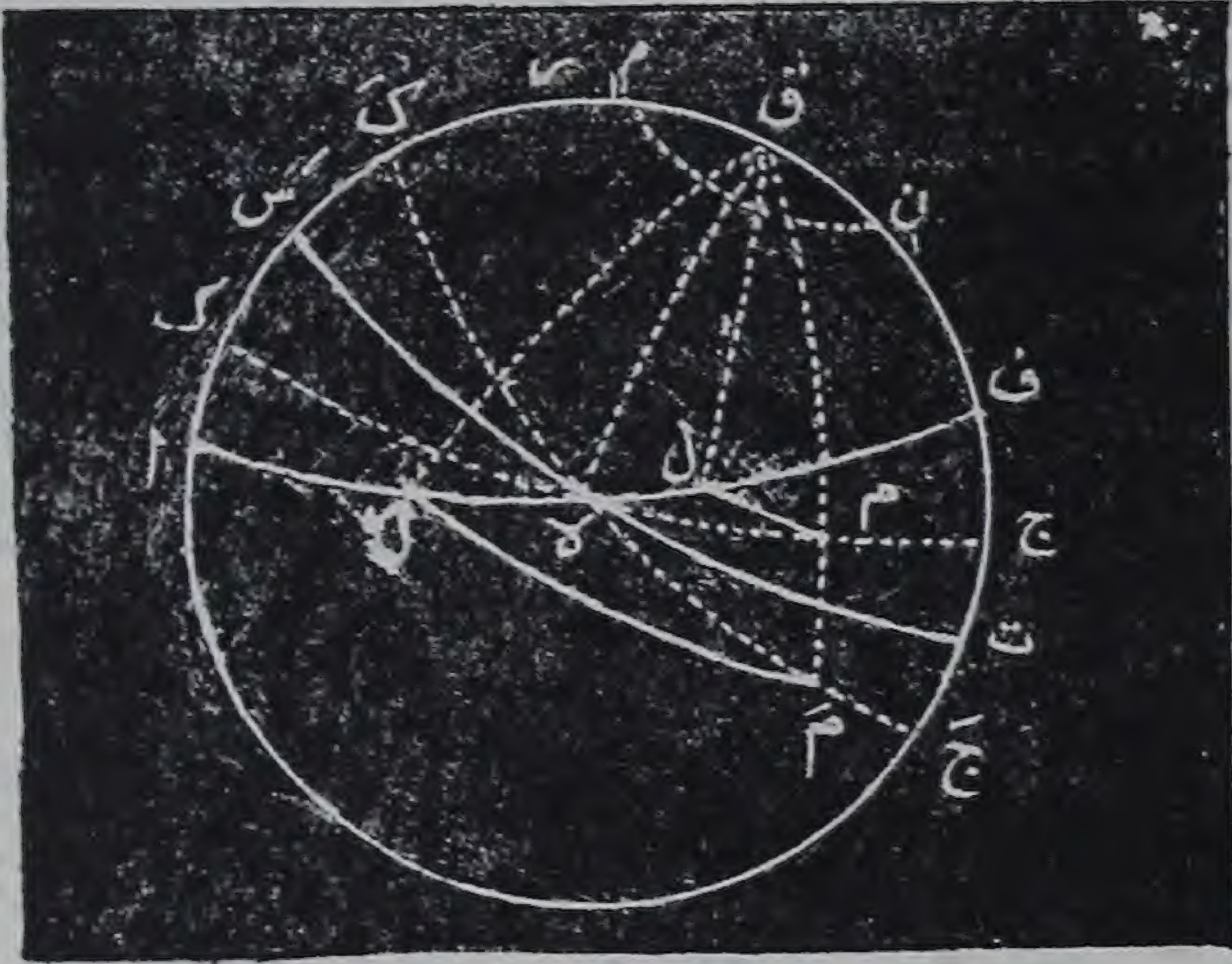
۱۲۴۔ چاند بلحاظ سورج کے مغرب سے مشرق کی طرف $\frac{1}{2}$ ۲۹ دنوں میں 360° میں سے حرکت کرتا ہے یعنی روزانہ بالا وسط $\frac{1}{2}$ ۹۲ حرکت کرتا ہے۔ اس لیے ہر شب کو اس کے طلوع میں بالا وسط ۵۰ منٹ کی تاخیر ہوتی جاتی ہے۔ مگر یاد رہے کہ دوران سال میں طلوع قمر کا یہ ابطاء قطعاً یکساں نہیں رہتا۔ اس کی قیمت اگھنٹہ ۱۶ منٹ سے لے کر ۱ منٹ تک بدلتی ہے۔

فصلی چاند

۱۲۵۔ یہ دیکھا گیا ہے کہ اعتدال خریف کے قریب ترین بدر کے بعد اس کے طلوع میں جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال بھر میں کسی اور بدر کے بعد کے طلوع کی تاخیر سے کم ہوتی ہے۔ اس لیے اعتدال خریف کے وقت جب پورا چاند حسب معمول غروب آفتاب کے وقت نمودار ہوتا ہے تو اس کے بعد بھی کئی راتوں تک غروب آفتاب کے کچھ ہی دیر بعد چاند طلوع ہوتا رہتا ہے۔ چونکہ اس موقع پر کسان اپنی فصلیں اکٹھی کرتے ہیں اس لیے

سہ چونکہ 15° ایک گھنٹہ کے مساوی ہوتے ہیں اس لیے $\frac{1}{2}$ ۱۲، ۵۰ منٹ کے مساوی ہوئے۔

چاند کا جلد جلد طلوع ہونا ان کے حق میں بہت مفید ہوتا ہے کیونکہ وہ اس کی مدد سے رات کا کچھ حصہ بھی کام میں صرف کر سکتے ہیں۔ ان وجوہ کی بنا پر اس کو فصلی چاند کہتے ہیں۔



شکل ۲۶۵

اس منظر کی مزید توضیح کے لیے ہم یہ فرض کر لیتے ہیں کہ چاند کا راستہ طریق شمس کے ساتھ کچھ میلان نہیں رکھتا بلکہ اسی پر منطبق ہے اور نیز چاند طریق شمس پر ۲۳° روزانہ کی نیکیاں رفتار سے حرکت کرتا ہے (۳۶۰° ، ۲۴ دن، گھنٹے میں)۔ یہ امر بھی قابل ذکر ہے کہ اجرام فلکی کی ظاہری یومیہ گردش کی وجہ سے وہ زاویہ جس پر طریق شمس افق کو قطع کرتا ہے ہمیشہ بدلتا رہتا ہے اور اس کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی قیمتیں بالترتیب عرض التمام $+ ۲۳^{\circ}$ اور عرض التمام $- ۲۳^{\circ}$ ہوتی ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ طریق شمس کا قطب جو اپنی یومیہ حرکت میں قطب سماوی کے گرد ۲۳° کے زاویہ نصف قطر کا ایک چھوٹا دائرہ م $ن$ بناتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۲۶۵) وہ مقام م پر اسی نقطہ کے قریب ترین اس وقت ہوتا ہے جب کہ $س = ساق - ق = م =$ عرض التمام $- ۲۳^{\circ}$ اور مقام $ن$ پر اسی نقطہ سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر اس وقت ہوتا ہے جب کہ $س = ن$

= عرض التمام + ۲۳° پس طریق شمس اور اُفق کا درمیانی زاویہ (جو ہمیشہ ان کے قطبوں کے زاویہ فاصلوں کے مساوی ہوتا ہے) بھی اپنی حدود کے اندر بدلیگا۔ اس کی کم سے کم قیمت اُس وقت ہوتی ہے جب کہ اس محل ۳۰ نقطہ شرقی لا پر طلوع کرتا ہے اس وقت طریق شمس ک ج اُفق اور استوا کے درمیان میں سے گزرتا ہے اور ان کی ترتیب یہ ہوتی ہے :- اُفق، طریق شمس، استوا اور اس کی بڑی سے بڑی قیمت اُس وقت ہوتی ہے جب کہ لا پر آجاتا ہے، اس وقت طریق شمس کی وضع ک ج سے تعبیر ہوتی ہے اور ان کی ترتیب یہ ہوتی ہے :- اُفق، استوا، طریق شمس۔

اعتدال خریف کے قریب ترین جب پورا چاند ہوتا ہے تو اس وقت سورج میزان میں ہوتا ہے اور چاند خط استوا فلکی کو جنوبی سمت سے شمالی سمت میں عبور کر کے مقابلہ کی وجہ برج حمل میں آجاتا ہے۔ اس لیے جب طریق شمس ک ج کا میلان اُفق کے ساتھ کم سے کم یعنی (عرض التمام - ۲۳°) ہو تو چاند لا پر طلوع کریگا لیکن ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ کے وقفہ کے بعد جب کرہ سماوی کی یومیہ گردش کی وجہ سے نقطہ لا اُسی مقام پر آجاتا ہے جہاں کہ شب گزشتہ میں تھا تو تقریباً ۱۳° میں سے حرکت کرتا ہے۔ اس لیے اگر طریق شمس پر لا م کو چاند کی روزانہ رفتار کے مساوی قطع کیا جائے اور م میں سے دائرہ صغیر کی ایک قوس م ل استوا کے متوازی کھینچی جائے تو ظاہر ہے کہ چاند پورے ہونے کے بعد کی رات کو ل پر طلوع کریگا اور دائرہ صغیر کی قوس ل م یا زاویہ ل ق م اس کی تاخیر کی مقدار کو تعبیر کریگا۔ یہ تاخیر دُبلن کے عرض بلد کے لیے وقت کی رقموں میں صرف بقدر $\frac{1}{4}$ منٹ یا بلحاظ سورج کے (سورج کی اپنی ہم منٹ کی روزانہ تاخیر کو ملحوظ رکھتے ہوئے) $\frac{1}{4}$ منٹ ہوتی ہے۔ صریحاً یہ منظر ہمیشہ وقوع میں آتا ہے جب کہ چاند برج حمل میں ہو بالفاظ دیگر ہر مہینہ میں وقوع میں آتا ہے لیکن چاند کا پورا ہونا اور ساتھ ہی برج حمل میں ہونا دونوں امور یکجا صرف فصل کے موقع پر ہی پیش آتے ہیں۔

اسی طرح سے ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ جب سورج برج حمل میں ہو اور

چاند برج میزان میں تو صورت حال اس کے عین برعکس ہوتی ہے اور اس وقت چاند کی روزانہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے کیونکہ جب چاند طلوع کر رہا ہو تو طریق شمس محل کج میں ہوتا ہے اور اُفق کو بڑے سے بڑے ممکن زاویہ (عرض التمام + ۲۳° ۲۸') پر قطع کرتا ہے: پس اگر لام کو چاند کی حرکت کی روزانہ شرح کے مساوی قطع کر لیا جائے اور ص ل کو استوا کے متوازی کھینچا جائے تو چاند بدر کے بعد کی رات کوئی پر طلوع کرے گا۔ اور تاخیر ل م سے یا زاویہ ق ق ل سے تعبیر ہوگی (جہاں قوس ق م ممدودہ م سے گزرتی ہے)۔ جب اس تاخیر کو وقت میں بیان کیا جائے تو یہ بلحاظ ثابت ستاروں کے اگھنٹہ ۱۰ منٹ کے مساوی ہوگی اور بلحاظ سورج کے اگھنٹہ ۶ منٹ کے مساوی ہوگی۔ اس لیے ہر مہینہ میں جب کبھی چاند میزان میں ہوتا ہے تو یہ تاخیر زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے اس لیے اعتدال ربیع کے قریب جب پورا چاند ہوتا ہے تو بھی یہ تاخیر بڑی سے بڑی ہوتی ہے۔ لیکن یہ تاخیر کرہ جنوبی کے مشاہدہ کرنے والوں کے لیے قلیل ترین ہوتی ہے اور ان کے لیے اس وقت کا پورا چاند فصلی چاند ہوتا ہے۔

دائرہ بارہ شمالی پر جب چاند برج حمل کے اندر ہوتا ہے تو اس کے مسلسل بعد کی راتوں میں اس کے طلوع میں تاخیر تو درکنار عجلت واقع ہوتی ہے۔ کیونکہ جب اس الحمل طلوع کر رہا ہو تو طریق شمس فی الواقع اُفق پر منطبق ہوتا ہے (ملاحظہ ہو مشق ۵ صفحہ ۳۲) اور فاصلہ م ل (شکل ۱۷۵) معدوم ہو جاتا ہے اور دو متواتر راتوں میں طلوع قمر کا درمیانی وقفہ ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ہوتا ہے۔ پس اگر اس وقفہ کو شمسی وقت کے لحاظ سے دیکھا جائے تو ظاہر ہے کہ چاند حمل میں گزرنے کے بعد شب گزشتہ کی نسبت فی الواقع ۴ منٹ پہلے طلوع کرتا ہے۔

اکتوبر کے پورے چاند کے وقت بھی یہی منظر پیش آتا ہے مگر نسبتاً کم نمایاں صورت میں، اس چاند کو صیفا و کا چاند کہتے ہیں۔

چاند کے عقدوں کی گردش

۱۲۶ - چاند کے عقدے ثابت نقطے نہیں ہیں بلکہ طریق شمس پر تقریباً

۱۹ فی سال کی رفتار سے رجعی حرکت کرتے ہیں گویا $\frac{2}{18}$ سال میں اپنی گردش کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ یہ حرکت واپس اُسی قسم کی ہے جسے اعتدالین ۴۲ اور $\frac{2}{18}$ کی حرکت ہے لیکن موخر الذکر کی نسبت بہت تیز ہے کیونکہ اعتدالین کے استقبال کا دور تقریباً ۲۶۰۰ سال کا ہے (صفحہ ۱۰۳)۔ اس سے ظاہر ہے کہ چاند کی حرکت بہت پیچیدار ہے: اولاً یہ ایک دائرہ میں کچھ اور نصف میل فی گھنٹہ کی رفتار سے حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے جو طریق شمس کے ساتھ ۵° کا زاویہ بناتا ہے اور ثانیاً خود اس دائرہ کی سطح مستوی طریق شمس پر ۱۹ فی سال یا ۸ سکند فی گھنٹہ کی رفتار سے پیچھے کی طرف حرکت کرتی ہے۔

۱۲۷۔ چاند کے عقدوں کی اقترانی گردش — ہم ابھی دیکھ چکے

ہیں کہ چاند کے عقدوں کی گردش کا کوئی دور $\frac{2}{18}$ سال ہے۔ اب اس سے عقدوں کی گردش کا اقترانی دور یعنی سورج اور زمین کے لحاظ سے کسی خاص مقام سے شروع ہو کر پھر اُسی مقام میں عقدے کے آنے تک کی مدت اُسی طریقہ سے محسوب ہو سکتی ہے جو سیاروں کی صورت میں اختیار کیا گیا تھا: کیونکہ

$$\frac{360}{365.25} = \text{قوس جو سورج ایک یوم میں طے کرتا ہے}$$

$$\frac{360}{365.25 \times 18\frac{2}{3}} = \text{قوس جو عقدہ ایک یوم میں طے کرتا ہے}$$

$$\therefore \frac{360}{365.25} = \frac{360}{365.25 \times 18\frac{2}{3}} + \frac{360}{365.25} \quad (\text{دیکھو دفعہ ۶۷})$$

جہاں ت اقترانی دور کو تعبیر کرتا ہے۔ مساوات بالا کی دائیں جانب مثبت علامت اس لیے لی گئی ہے کہ عقدہ کی حرکت پیچھے کی طرف ہونے کی وجہ سے سورج اور عقدہ کی اضافی رفتار ان کی زاویہ رفتاروں کے مجموعہ کے مساوی ہے۔

اس مساوات کو حل کرنے سے ت کی قیمت ۳۶۵.۶۲ یوم نکلتی ہے

اور یہی اقترانی دور ہے۔

چاند کے مدار کا محور اعظم بھی ثابت نہیں ہے بلکہ مدار ارض کی طرح یہ بھی

آہستہ آہستہ آگے کی طرف حرکت کرتا ہے اور چاند کے مدار کا کامل چکر تقریباً ۹ سال میں ختم کر لیتا ہے۔ یہ مدت زمین کے لیے تقریباً ۱۰۸۰۰۰ سال ہے۔

چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنا

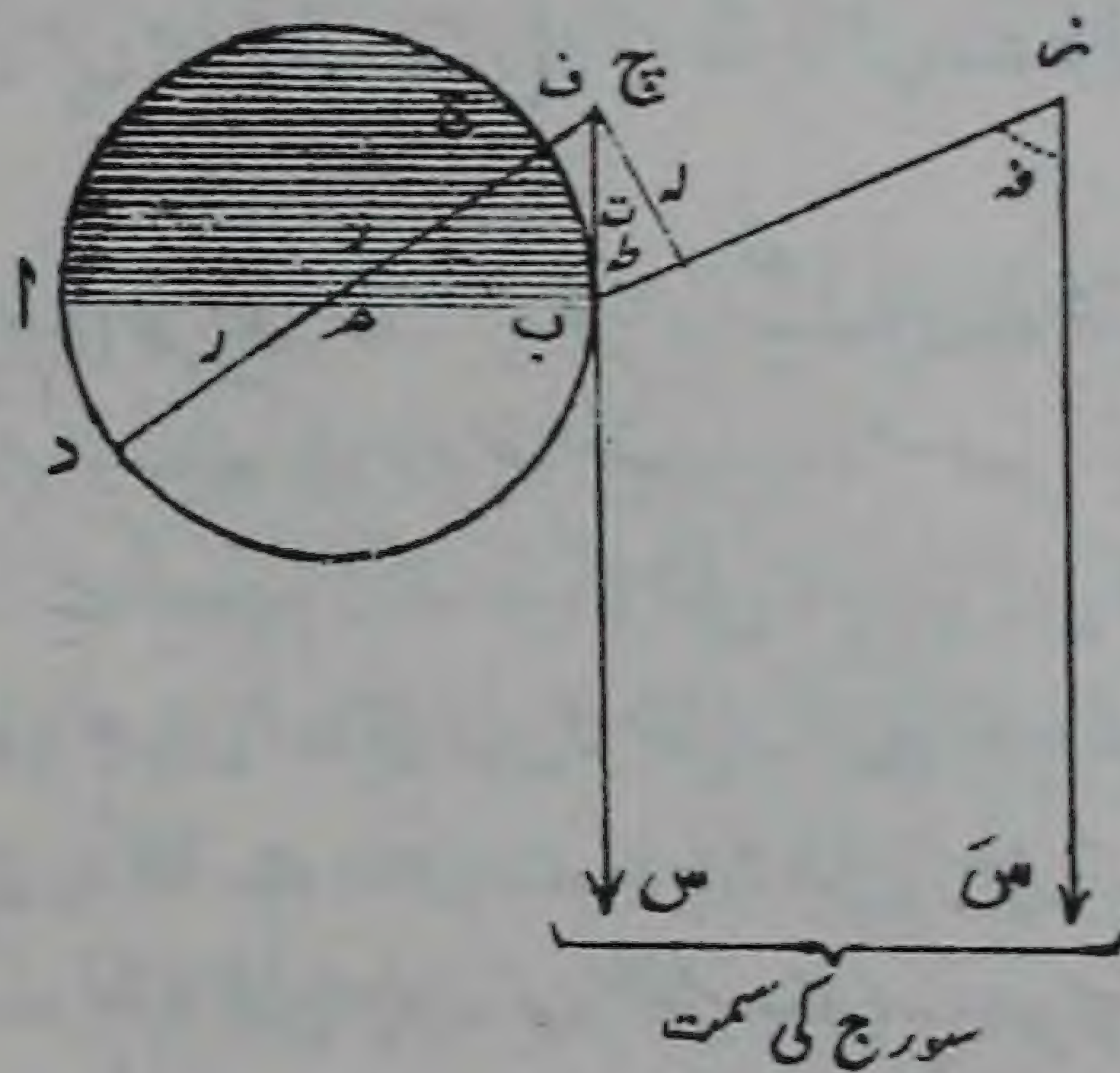
۱۲۸۔ گلیلار کے زمانے سے یہ معلوم ہو چکا ہے کہ چاند کی سطح پہاڑوں سے ڈھکی ہوئی ہے۔ ان پہاڑوں میں سے بعض کی نسبت یہ محسوب کیا گیا ہے کہ وہ گرد و نواح کے میدانوں سے چار یا پانچ میل کی بلندی تک پہنچتے ہیں۔ چاند کے چھوٹے قد و قامت کا لحاظ کرتے ہوئے اس کے پہاڑ زمین کے پہاڑوں سے مقابلہ زیادہ بلند ہیں۔ جب سورج کی شعاعیں ان پہاڑوں پر ترچھی پڑتی ہیں تو ان کے سائے زمین پر کے سایوں کی طرح سورج کی مقابل سمت میں گرد و نواح کے میدانوں پر دور تک پڑتے ہیں۔ نیز جہاں کہیں کوئی پہاڑ بہت بلند ہوتا ہے تو اس کی چوٹی طلوع آفتاب کے وقت اس کی پہلی کرن سے، اور غروب آفتاب کے وقت اس کی آخری کرن سے منور ہوتی ہے جب کہ اس کے گرد و نواح کے سب حصے مکمل تاریکی میں ہوتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بعض اوقات چاند کے قرص کے تاریک حصہ پر روشنی کی چھوٹی چھوٹی بُندکیاں دکھائی دیتی ہیں جو روشنی اور تاریکی کی حد فاصل سے قابل پیمائش فاصلہ پر واقع ہوتی ہیں۔

۱۲۹۔ پہلا طریقہ — بیئر اور میڈلیر نے ۱۸۳۷ء میں چاند کے پہاڑ کی بلندی معلوم کرنے کے لیے جو طریقہ اختیار کیا وہ حسب ذیل ہے:۔ انھوں نے پہلے خردہ پیمائش کے ذریعے ایک پہاڑ کے سایہ کا طول ناپ لیا جس کا ایک رُخ سورج کی کرنوں سے منور تھا۔ پھر اس زاویہ طویل کا مقابلہ اس زاویہ کے ساتھ کیا جو چاند کے قطر کے محاذی زمین پر بنتا ہے۔ اس سے سایہ کا طول میلوں میں معلوم ہو جاتا ہے (کیونکہ ہمیں چاند کے قطر کا طول میلوں میں معلوم ہے)۔ اب سورج کی شعاعوں کا میل معلوم کر لینے سے پہاڑ کی بلندی بعینہ اسی طرح دریافت کر سکتے ہیں جیسے کہ زمین پر

کسی مینار کی بلندی، اس کے سایہ کا طول اور سورج کا ارتفاع معلوم کر کے دریافت کی جاسکتی ہے۔ اس طریقہ کو استعمال کرنے میں سایہ کے ترچھے پن کا ضرور لحاظ رکھنا چاہیے کیونکہ سایہ عام طور پر ترچھا مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اس لیے خردہ پیمانے سے اس کا اصلی طول حاصل نہیں ہوتا بلکہ خطِ نگاہ کی علی القوائم سطح مستوی پر اس کے ظل کا طول حاصل ہوتا ہے۔

۱۳۔ دوسرا طریقہ — اس طریقہ کی رو سے چاند کے قرص کے تاریک حصہ پر کے پہاڑ کی روشن چوٹی اور تاریکی و روشنی کی حدِ فاصل کے درمیان جو زاویہ فاصلہ ہوا اُسے ایک خردہ پیمائش کے ذریعہ ناپ لیتے ہیں اور یہ پیمائش چاند کی دونوں نوکوں کے خطِ وصل کی علی القوائم سمت میں، یعنی چاند زمین اور سورج کی سطح مستوی کے متوازی کی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ چاند پر روشنی اورتاریکی کی حد فاصل اب ہے اور چچ ایک پہاڑ کی چوٹی ہے جو شعاع چ ب س سے عین منور ہوئی ہے، جہاں خط چ س، اب پر عمود وار ہے اور چاند کی سطح کو ب پر مس کرتا ہے۔ نیز فرض کرو کہ زمین نما ہے



شکل ۴۴

اور سُورج کی سمت جو زمین پر سے دکھائی دیتی ہے، نہ اس ہے، جو سُورج کے

بعید الفصل ہونے کی وجہ سے ج س کے متوازی لی جاسکتی ہے۔ چاند کے نصف قطر کو
 ر سے اور پہاڑ کے ارتفاع ج ج کو ف سے تعبیر کیا گیا ہے۔ تب (بموجب اقلیدس
 م ۳ ش ۳۶)

$$\text{ج د} \times \text{ج ج} = \text{ج ب}^2$$

$$(\text{۲} + \text{ف}) \text{ف} = \text{ت}^2 \quad (\text{دیکھو شکل ۶۶})$$

یا
 یعنی

۲ ر ف + ف^۲ = ت^۲
 لیکن چونکہ ف بمقابلہ ر کے بہت چھوٹا ہے اس لیے اس کے مربع کو نظر انداز
 کیا جاسکتا ہے،

$$\therefore ۲ ر ف = \text{ت}^2 \quad \text{یا} \quad \text{ف} = \frac{\text{ت}^2}{۲ ر}$$

اب ظاہر ہے کہ فاصلہ ت راست نہیں نایا جاسکتا اور بظاہر اس کو
 ناپنے کی کوشش میں ہم نے دراصل خط نگاہ پر کی علی القوائم سطح مستوی میں اس کا
 ظل ناپا ہے یعنی ج سے ب پر کے عمود لہ کا طول ناپا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۶۶)۔

لیکن $\frac{\text{لہ}}{\text{ت}} = \text{جب طہ} = \text{جب فہ}$ (خطوط متوازی سے)

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{لہ}}{\text{جب فہ}}$$

لیکن ہمیں زاویہ فہ معلوم ہے کیونکہ یہ زمین پر سورج سے چاند کے ابتعاد کا
 زاویہ ہے۔ لہذا ہمیں ت معلوم ہو سکتا ہے۔ ت کی اس قیمت کو مندرج کرنے سے

$$\text{پہاڑ کی مطلوبہ بلندی ف} = \frac{\text{لہ}}{۲ ر \text{ جب فہ}}$$

۱۳۱۔ چاند کے آتش فشاں پہاڑوں کے دہانے۔ چاند کی

سرزمین میں شاید سب سے زیادہ عجیب و غریب جو چیزیں دکھائی دیتی ہیں بظاہر
 ان کی شکل پہاڑوں کے دہانوں کی سی نظر آتی ہے جو غالباً کسی وقت آتش فشاں
 تھے مگر اب بالکل ٹھنڈے ہو چکے ہیں۔ یہ دہانے علی العموم ایک فراخ مستدیر میدان پر
 مشتمل ہوتے ہیں جن کے گرد ایک بہت اونچی دیوار یا فصیل ہوتی ہے۔ اس میدان کے

بیچ میں سے عموماً ایک یا بعض صورتوں میں متعدد پہاڑ نکلے ہوئے نظر آتے ہیں۔ ان میں سے مخصوص و معروف دہانے یہ ہیں۔ طاقو جس کا قطر ۳۵ میل ہے اور ارشمیدس جس کا قطر ۶۰ میل ہے۔ ان کے علاوہ ایک اور بہت بڑا دہانہ شکارد ہے، اس کا قطر ۳۰ میل سے اوپر ہے اور اس کے گرد کی فصیل کی اونچائی بعض موقعوں پر ۱۰ ہزار فٹ تک پہنچتی ہے۔ یہ بتایا گیا ہے کہ اگر کوئی شخص اس دیوار سے محیط فضا کے عین بیچ میں کھڑا ہو تو اسے معلوم ہوگا کہ گویا وہ ایک صحرائے بے پایاں میں کھڑا ہے کیونکہ چاند کی سطح کے انحناء کی وجہ سے اس بلند حائط دیوار کی چوٹی اُس کے افق سے بالکل نیچے رہے گی۔

۱۳۲۔ چاند کا کرہ ہوائی۔ چاند کو مشاہدہ کرنے والے سب کے سب اس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ یا تو اس پر کرہ ہوائی مطلق نہیں ہے یا اگر ہے تو نہایت ہی لطیف ہے۔ جب کوئی ثابت ستارہ چاند کے تاریک کنارہ کے قریب پہنچتے وقت مشاہدہ کیا جاتا ہے تو اس کی روشنی کی حدت میں کوئی تبدیلی معلوم نہیں ہوتی۔ اگر ستارے کی شعاعیں کسی قابل لحاظ موٹائی کے کرہ ہوائی میں سے گزرتیں تو ضرور اس کی روشنی کی حدت میں تغیر واقع ہوتا۔ نیز جب چاند مشاہدہ کنندہ اور کسی ثابت ستارہ کے درمیان میں سے گذر رہا ہو تو ستارہ کے احتجاب کی مدت، محسوبہ مدت سے کم نہیں ہوتی اگر چاند کے گرد قابل لحاظ کثافت کا کوئی کرہ ہوتا تو ضرور تھا کہ مشاہدہ کردہ مدت، محسوبہ مدت سے کم ہوتی کیونکہ جس طرح زمین کے کرہ ہوائی میں سے سورج کی شعاعوں کے منعطف ہونے سے سورج کے باوجود افق کے نیچے غروب ہو جانے کے بھی یہ کچھ عرصہ بعد تک دکھائی دیتا رہتا ہے اسی طرح ستارہ مذکور کے چاند کے پس پشت آ جانے کے باوجود بھی چاند کے کرہ ہوائی کے انعطاف کی وجہ سے یہ کچھ دیر تک لازماً نظر آتا رہتا ہے۔

کرہ ہوائی کی عدم موجودگی کے علاوہ ہیئت دانوں نے چاند کی سطح پر پانی کا وجود بھی کسی شکل میں نہیں پایا ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ چاند کی سطح پر ایسی جاندار چیزوں کا ہونا جن سے ہم باشندگان زمین واقف ہیں ناممکنات سے ہے۔

وسوال باب

خسوف و خسوف



۱۳۳۔ چاند گرہن کو خسوف اور سورج گرہن کو کسوف کہتے ہیں۔
 چاند گرہن (خسوف)۔ خسوف قمر چاند کے زمین کے سائے میں سے گزرنے سے پیدا ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ صرف اسی وقت وقوع پذیر ہو سکتا ہے جب کہ زمین، سورج اور چاند کے بیچ میں ہو یا بالفاظ دیگر چاند مقابلہ کے محل میں ہو۔
 اگر چاند کے مدار کی سطح مستوی طریق شمس کی سطح مستوی پر منطبق ہوتی اور اس سے ۵ درجہ کا زاویہ نہ بناتی جیسا کہ امر واقعہ ہے تو چاند کے ہر دفعہ مقابلہ میں پہنچنے پر چاند گرہن واقع ہوتا۔ لیکن اس کے مدار کے مندرجہ بالا زاویہ میدان کی وجہ سے بالعموم ایسا ہوتا ہے کہ جب چاند محل مقابلہ میں آتا ہے تو یہ طریق شمس کی سطح مستوی سے یا اوپر ہوتا ہے یا نیچے، اس لیے ٹھیک زمین کے سایہ کے اندر نہیں آتا۔ اس سے ظاہر ہے کہ خسوف کے لیے چاند کا طریق شمس کے قریب ہونا یعنی اپنے عقدوں کے قریب ہونا ضروری ہے۔ پس چاند گرہن کی شرائط یہ ہیں :-

(۱) چاند کو محل مقابلہ میں ہونا چاہیے یعنی پورا ہونا چاہیے۔

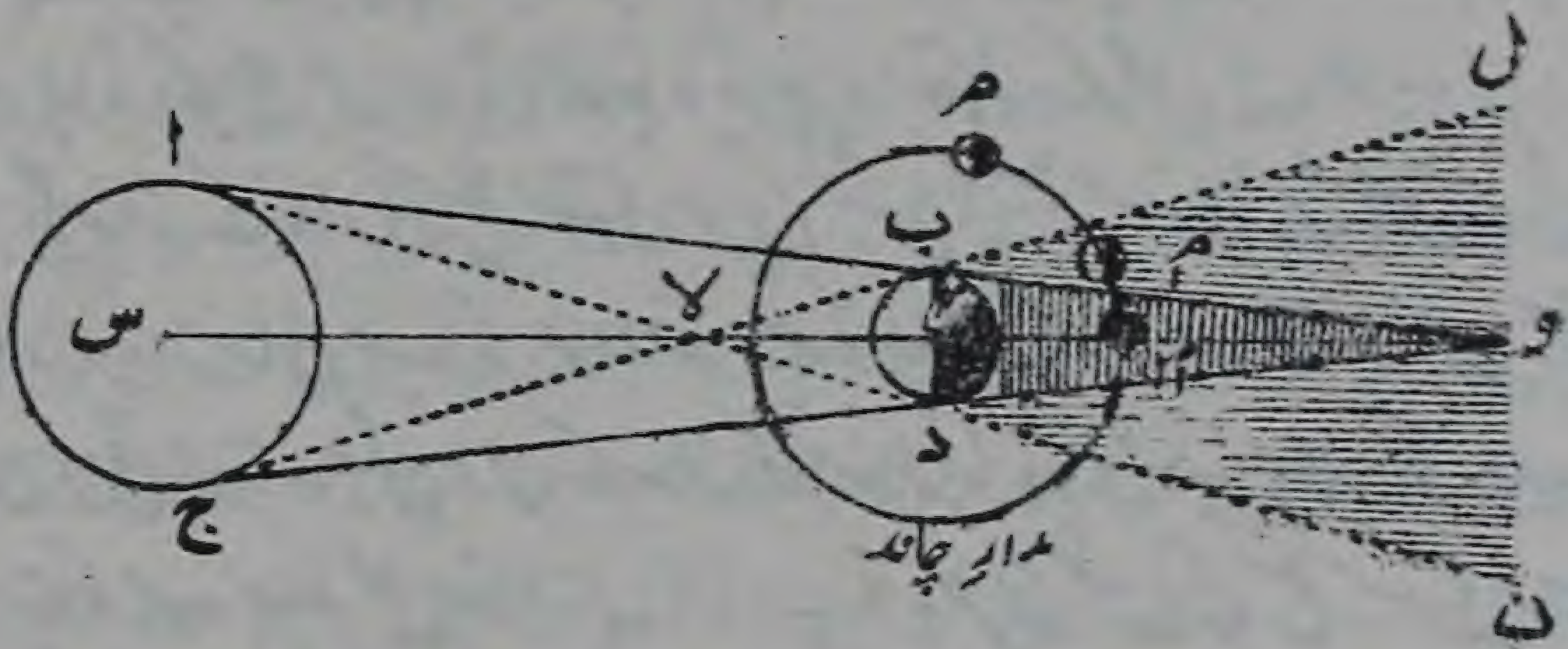
(۲) اسے کسی نہ کسی عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیے۔

چاند گرہن دو قسم کے ہوتے ہیں: کامل اور جزوی۔ کامل چاند گرہن میں چاند کی کل سطح زمین کے سایہ میں سے گزرتی ہے اور جزوی چاند گرہن میں اس کی سطح کا

صرف کچھ حصہ سایہ میں آتا ہے۔

۱۳۴۔ فرض کرو کہ س اور ن (شکل ۶۷) بالترتیب سورج اور زمین کے مرکز ہیں۔ سورج اور زمین کے راست مشترک مماس ا ب اور ج د کھینچو جو س میں مدودہ سے و پر ملیں، نیز متقاطع مماس ا د اور ب ج کھینچو جو س میں سے لا پر ملیں۔ اب اگر یہ خطوط، س میں (بطور محور) کے گرد گھومیں تو ان کے گھومنے سے مخروطوں کی تکوین ہوگی۔ ان مخروطوں میں سے وہ مخروط ب و د جس کا راس و پر ہے ایسا ہے کہ سورج کی کوئی شعاع اس کے اندر بطور راست داخل نہیں ہو سکتی۔ فضا کے اس مخروطی حصہ کو ظل محض کہتے ہیں۔

فضا کے اُن مخروطی حصّوں کو جو و ب ل اور و د ن سے تعبیر ہوتے ہیں ظل مشوب کہتے ہیں اور یہ سورج کی روشنی کے محض ایک حصہ سے محروم رہتے ہیں۔ یہ یاد رہے کہ ظل مشوب میں سے گزرتے وقت چاند کا خسوف واقع نہیں ہوتا بلکہ صرف اس کی چمک میں تخفیف ہو جاتی ہے۔ مثلاً جب چاند م (شکل ۶۷) پر ہوتا ہے تو اسے



شکل ۶۷

جو روشنی ملتی ہے وہ ا کے قریب کے حصّوں سے آتی ہے لیکن ج کے قریب کے حصّوں کی روشنی اسے نہیں ملتی، اس وجہ سے چاند کی چمک میں کسی قدر تخفیف ہو جاتی ہے اور چاند ظل محض کے کنارہ کے جتنا زیادہ قریب ہوتا ہے اتنی ہی یہ تخفیف زیادہ ہوتی جاتی ہے لیکن اصل خسوف اُس وقت تک واقع نہیں ہوتا تاقتیکہ چاند کی سطح کا کوئی حصہ ظل محض میں داخل نہ ہو جائے۔

مناظر مبنی بر انعطاف نور

۱۳۵۔ جس شخص نے کامل گرہن دیکھا ہے وہ جانتا ہے کہ اس وقت چاند مدھم سُرخ یا بھورے رنگ کا دکھائی دیتا ہے اس سے ظاہر ہے کہ اس کو کہیں نہ کہیں سے روشنی ضرور ملتی ہے۔ یہ روشنی زمین تاب کی وجہ سے نہیں ہو سکتی (دفعہ ۱۱۹) کیونکہ چاند کے محل مقابلہ میں ہونے کی وجہ سے زمین کا وہ رُخ جو اس کی طرف ہے تاریک ہے۔ دراصل یہ منظر زمین کے کرہ ہوائی میں انعطاف نور کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے کیونکہ سورج کی وہ شعاعیں جو زمین کو تقریباً مس کرتی ہیں وہ کرہ ہوائی سے منعطف ہوتی ہیں اور مڑ کر چاند کی سطح تک پہنچتی ہیں۔

انعطاف کی وجہ سے ایک اور عجیب و غریب منظر اُس وقت نظر آتا ہے جب چاند گرہن طلوع آفتاب یا غروب آفتاب کے وقت واقع ہو۔ اس وقت چاند اور سورج دونوں انعطاف کی وجہ سے اُفق کے اوپر اٹھے ہوئے ہوتے ہیں اور ابھی سورج آسمان ہی پر ہوتا ہے کہ چاند گرہن واقع ہو جاتا ہے۔ یہ منظر ۱۶۶۶ء، ۱۶۶۸ء اور ۱۶۷۵ء میں پیش آیا تھا۔

نوٹ۔ باب ہذا کے باقی حصہ میں ہم گاہے گاہے سورج کو علامت ۵ سے اور چاند کو ۴ سے تعبیر کریں گے۔

سایہ زمین کی اُس تراش کے قطر کی تعیین جہاں

چاند سایہ کو قطع کرتا ہے۔

۱۳۶۔ سایہ کے مخروط کی عمودی تراش کا زاویہ قطر قوس م ن سے تعبیر ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ نصف زاویہ م ن و جو م ن کے محاذی زمین کے مرکز پر بنتا ہے وہ ہے (شکل ۶۸)۔

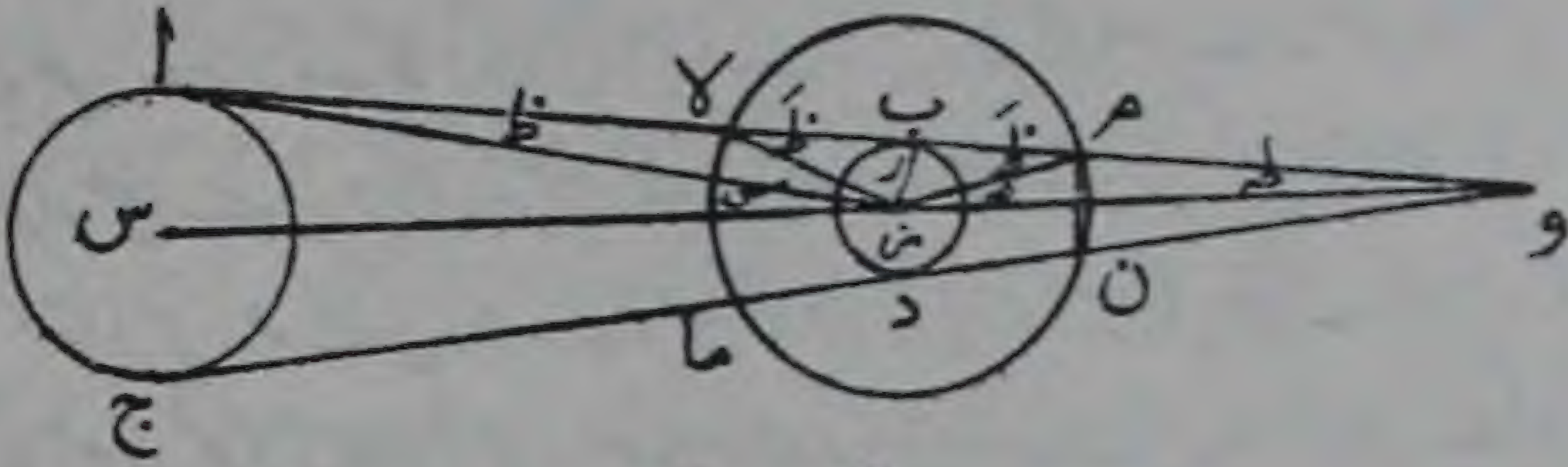
فرض کرو کہ \odot کا اُفق اختلاف منظر = \angle م ن ا کا (شکل ۶۸)۔

\angle = \angle کا اُفق اختلاف منظر = \angle م ن ب یا \angle م ن ل ا ب

س = وہ زاویہ جو سورج کے نصف قطر کے محاذی ن پ بنتا ہے

= س ن ا -

ط = س و ب - سایہ کی مخروط کا نصف زاویہ -



شکل ۶۸۱

اب اقلیدس (م ا م ۳۲) کی رو سے

$$ع + ط = ظ = ن ع = ظ - ط$$

اسی طرح $ط = س - ظ$

$$ن ع = ظ - (س - ظ) = ظ + ظ - س$$

لیکن 'ظ' اور 'س' معلوم ہیں، اس لیے 'ن ع' یعنی وہ زاویہ جو 'ن' کے محاذی
سے پر بنتا ہے معلوم ہو سکتا ہے۔

اگر چاند کا افقی اختلاف منظر، 'ہ' لیا جائے اور سورج کا 'ا'، نیز سورج کا
نصف قطر '۱۶' لیا جائے تو معلوم ہوگا کہ سایہ کی چوڑائی '۲ ع' یعنی '۲ (ظ + س - س)'
تقریباً '۸۲' ہے۔

چونکہ چاند کے زاویہ قطر کی اوسط قیمت تقریباً نصف درجہ ہوتی ہے اس لیے
ہم دیکھتے ہیں کہ چاند کے فاصلہ پر اس کے سایہ کی تراش کی چوڑائی چاند کے تقریباً
تین قطروں کے مساوی ہوتی ہے۔ نیز چونکہ چاند ایک گھنٹہ میں تقریباً اپنے قطر کے

تھ زیادہ صحیح طور پر سایہ کی چوڑائی کی بڑی سے بڑی قیمت '۸۹' سے چھوٹی سے چھوٹی قیمت
'۵۷' تک بدلتی رہتی ہے اول الذکر قیمت اس وقت ہوتی ہے جب کہ چاند زمین کے قریب ترین
یعنی حضیفہ پر اور ساتھ ہی زمین سورج سے بعید ترین یعنی ادوج پر ہو جب حالات بالکل برعکس
ہوں تو سایہ کی چوڑائی چھوٹی سے چھوٹی ہوتی ہے۔

مساوی فاصلہ طے کرتا ہے (دیکھو دفعہ ۱۱۳) اس لیے جب چاند سایہ کے محور میں سے گزرتا ہو یعنی جب گرہن مرکزی طور پر واقع ہو تو چاند متواتر دو گھنٹے تک حالت خسوف میں رہتا ہے۔

۱۳۷۔ اوپر کے بیان سے ظاہر ہے کہ مخروط کا نصف زاویہ ط = س۔
 = (سورج کا نصف قطر)۔ (سورج کا افقی اختلاف منظر)
 جس طرح م ن پر مخروط کی تراش کی چوڑائی معلوم کی گئی ہے یہ دکھایا جاسکتا ہے کہ لاہا پر کی تراش کا نصف قطر مساوی ہے، ط۔ ظ۔ س کے، جہاں لاہا مخروط کی وہ تراش ہے جہاں چاند اسے اقتران کے محل میں عبور کرتا ہے کیونکہ ازروئے اقلیدس (م اشش ۳۲)۔

$$\angle لاہا س = \angle ط + ط = \angle ظ - ظ + س$$

سایہ زمین کے لحوں کی تعیین

۱۳۸۔ زمین کے مرکز سے مخروط کے راس تک جو فاصلہ ن و ہے اس کو زمین کے سایہ کا طول یا ارتفاع کہتے ہیں۔ اب ہم اس کی مقدار محسوب کر سکتے ہیں کیونکہ زمین کا نصف قطر اور مخروط کا نصف زاویہ ط معلوم ہو سکتے ہیں۔ کیونکہ زاویہ ط جو (س۔ ظ) کے مساوی ہے اس قدر چھوٹا ہے کہ ہم فرض کر سکتے ہیں کہ زمین کا نصف قطر راس دائرہ کے قوس پر منطبق ہوتا ہے جس کا مرکز و اور نصف قطر و ن ہو (دیکھو شکل ۶۸)۔ اس لیے قوسی پیمانہ سے ہم فوراً یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ

$$\frac{ط}{ن و} = \frac{ر}{س - ظ}$$

$$ن و = \frac{ر \times ط}{س - ظ} = \frac{۲۰۶۲۶۵ \times ر}{س - ظ}$$

زمین کے نصف قطر کو اندازاً ۳۷۰۰ میل کے اور سورج کے نصف قطر س کو ۱۶ یا ۹۶۰ کے اور سورج کے اختلاف منظر کو ۸ کے مساوی لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے :-

۱- در این کتاب که در دسترس است، در باب اول، در بیان
 ۲- در این کتاب که در دسترس است، در باب اول، در بیان
 ۳- در این کتاب که در دسترس است، در باب اول، در بیان

[illegible]

ستر کر کے اور اچھائی کر کے اور اس کے ساتھ ساتھ
 اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ
 اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ
 اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ
 اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ اور اس کے ساتھ ساتھ

اور یہ سب کچھ دیکھ کر وہ بہت غصہ ہوا۔

$$\text{نرو} = \frac{۳۰۰۰ \times ۲۰۶۲۶۵}{۸۰۹۶۰} \text{ میل}$$

$$= ۸۶۰۰۰۰ \text{ میل تقریباً}$$

یا زمین کے نصف قطر کا ۲۱۵ گنا۔

چونکہ زمین سے چاند کا فاصلہ چاند کے نصف قطر کا تقریباً ۶۰ گنا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ چاند کے مدار کا جو فاصلہ زمین سے ہے وہ اُس کے سایہ کی مخروط کے طول سے مقابلہ بہت کم ہے۔ اس لیے جب چاند پورا ہو اور اپنے کسی ایک عقدہ پر ہو تو لازم ہے کہ گرہن واقع ہو۔

۱۳۹۔ کسوف شمس (سُورج گرہن)۔ سُورج گرہن اُس وقت پیدا ہوتا

ہے جب سُورج اور مشاہدہ کنندہ کے درمیان چاند حائل ہو جاتا ہے۔ جیسا کہ چاند گرہن کی صورت میں بتایا جا چکا ہے سُورج گرہن کے لیے بھی یہ ضرور ہے کہ چاند تقریباً طریق شمس کی سطح مستوی میں ہو۔ اس لیے سُورج گرہن کے لیے دو ضروری شرطیں یہ ہیں :-

(۱) چاند کو اقتران کے محل میں ہونا چاہیے یا بالفاظ دیگر اواس ہونا چاہیے۔

(۲) اسے اپنے ایک عقدہ پر یا اس کے قریب ہونا چاہیے۔

چاند گرہن کی صورت میں جب چاند ظل محض میں داخل ہوتا ہے تو اس کی روشنی برخاست ہو جاتی ہے اور اس لیے چاند گرہن زمین کے اُس نصف حصہ پر کے ہر ایک مقام سے نظر آتا ہے جو چاند کے رُخ پر ہو۔ برعکس اس کے سُورج گرہن کے وقت سُورج کی روشنی محض مشاہدہ کنندہ کی نظر سے غائب ہو جاتی ہے۔ نیز چونکہ چاند بمقابلہ زمین کے بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سُورج گرہن ایک ہی وقت میں صرف ایک محدود رقبہ میں دکھائی دے سکتا ہے۔

اگر چاند قوس لاہا کے اندر ہو (شکل ۶۸) تو سُورج گرہن واقع ہوتا ہے جو زمین کے بعض مقامات سے نظر آ سکتا ہے، اگر چاند قوس م ن کے اندر ہو تو چاند گرہن واقع ہوتا ہے۔ چونکہ قوس لاہا قوس م ن سے بڑا ہے اس لیے یہ توقع پیدا ہوتی ہے کہ اگر ہم ان تمام گرہنوں کو شمار میں لائیں جو کل زمین پر سے دکھائی دیتے ہیں تو سُورج گرہنوں کی تعداد چاند گرہنوں کی تعداد سے زیادہ ہونی چاہیے۔ اور دراصل ایسا ہی ہوتا ہے۔

کے وقت چاند کے محل کے متشابہ ہے۔ اب اگر سکہ کو آنکھ سے زیادہ دُور لے جائیں لیکن اس کے مرکز کو سورج کے مرکز کی سیدھ میں رکھیں تو یہ معلوم ہوگا کہ اس کا فاصلہ بڑھ جانے سے اس کے ظاہری قطر میں کمی ہونے کی وجہ سے یہ صرف سورج کے مرکزی حصّہ کو چھپا سکتا ہے۔ اس مثال سے واضح ہو جاتا ہے کہ جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو تو کس طرح حلقہ نما گرہن پیدا ہوتا ہے۔

جزوی سورج گرہن میں قرص شمس کی ایک جانب کا صرف ایک حصّہ تاریک ہوتا ہے کیونکہ ہر دو اجرام کے مرکز مشاہدہ کنندہ کی ایک سیدھ میں نہیں ہوتے۔ یہ ظاہر ہے کہ سب کے سب یعنی کامل اور حلقہ نما گرہنوں کا آغاز اور انجام جزوی گرہنوں کی شکل میں ہوتا ہے۔

سایہ قمر کے مخروط کے طول کی تعیین

۱۴۱۔ فرض کرو کہ سورج کا مرکز س ہے اور چاند کا ج، نیز سورج اور چاند کے نصف قطر بالترتیب س ر اور ر ہیں (شکل ۶۹)۔ تب چاند کے سایہ کا ر اس ع پر ہوگا۔ جہاں چاند اور سورج کے مشترک مماس ج ح اور د ف ملتے ہیں۔ پس اب ہمیں فاصلہ ج ع معلوم کرنا مقصود ہے۔

چونکہ مثلث ع س ج اور ع ج ح متشابہ ہیں اس لیے اقلیدس (م ۴ ش ۴) کی رُو سے

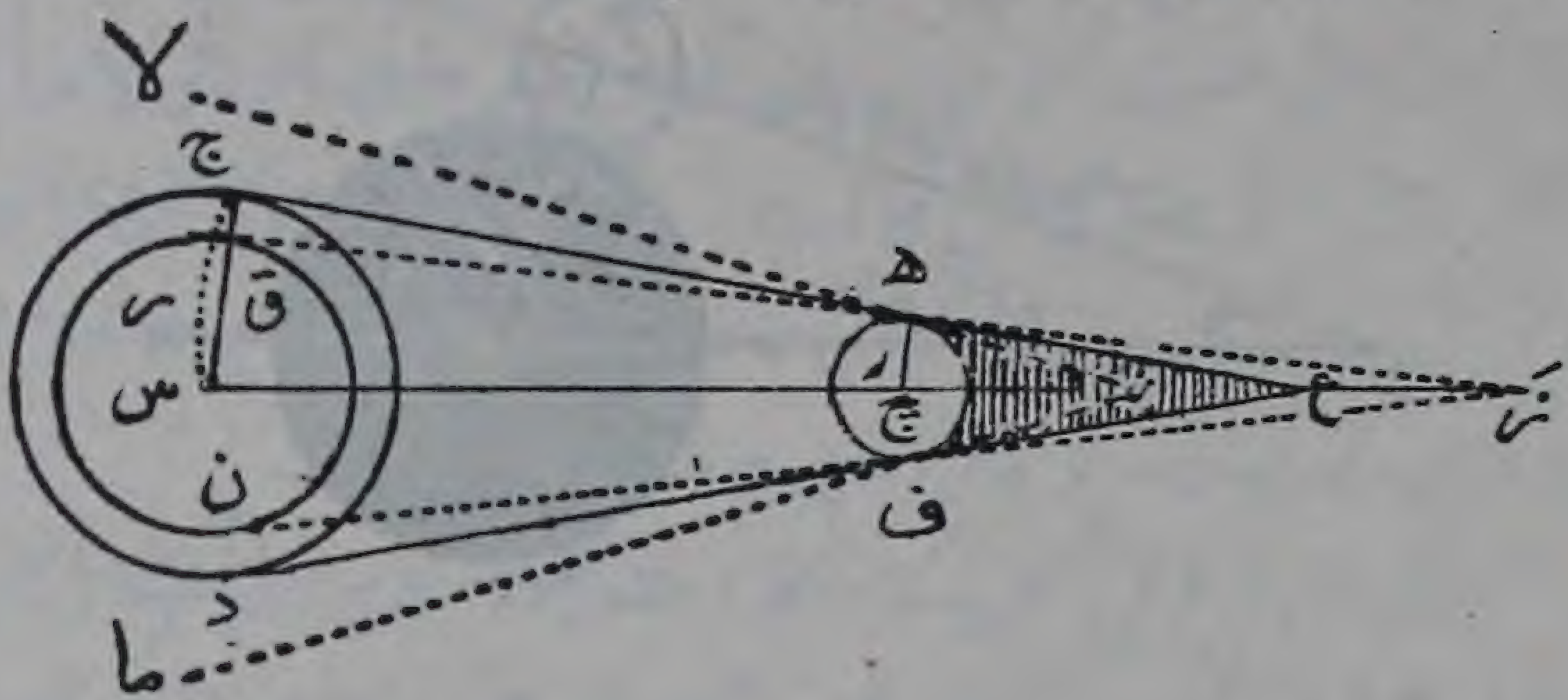
$$\frac{ع س}{ع ج} = \frac{س ج}{ع ح} \text{ یعنی } \frac{س ج}{ع ج} = \frac{ع س}{ع ح}$$

اس لیے ع ج کے لیے حل کرنے اور س ج کو دے سے تعبیر کرنے سے

$$ع ج = \frac{س ج}{س - ر}$$

لیکن ر جو چاند کا نصف قطر ہے تقریباً ۱۰۷۶ میل ہے اور سورج اور چاند کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ زمین کے قطر کے ۱۱۷۱ گنا سے لے کر ۱۱۷۱۳ گنا تک بدلتا ہے۔ ان قیمتوں کو مندرج کرنے سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ ع ج زمین کے قطر

کے ۲۸۶۹۳ اور ۲۸۶۹۴ گنے کے اندر بدلتا ہے۔



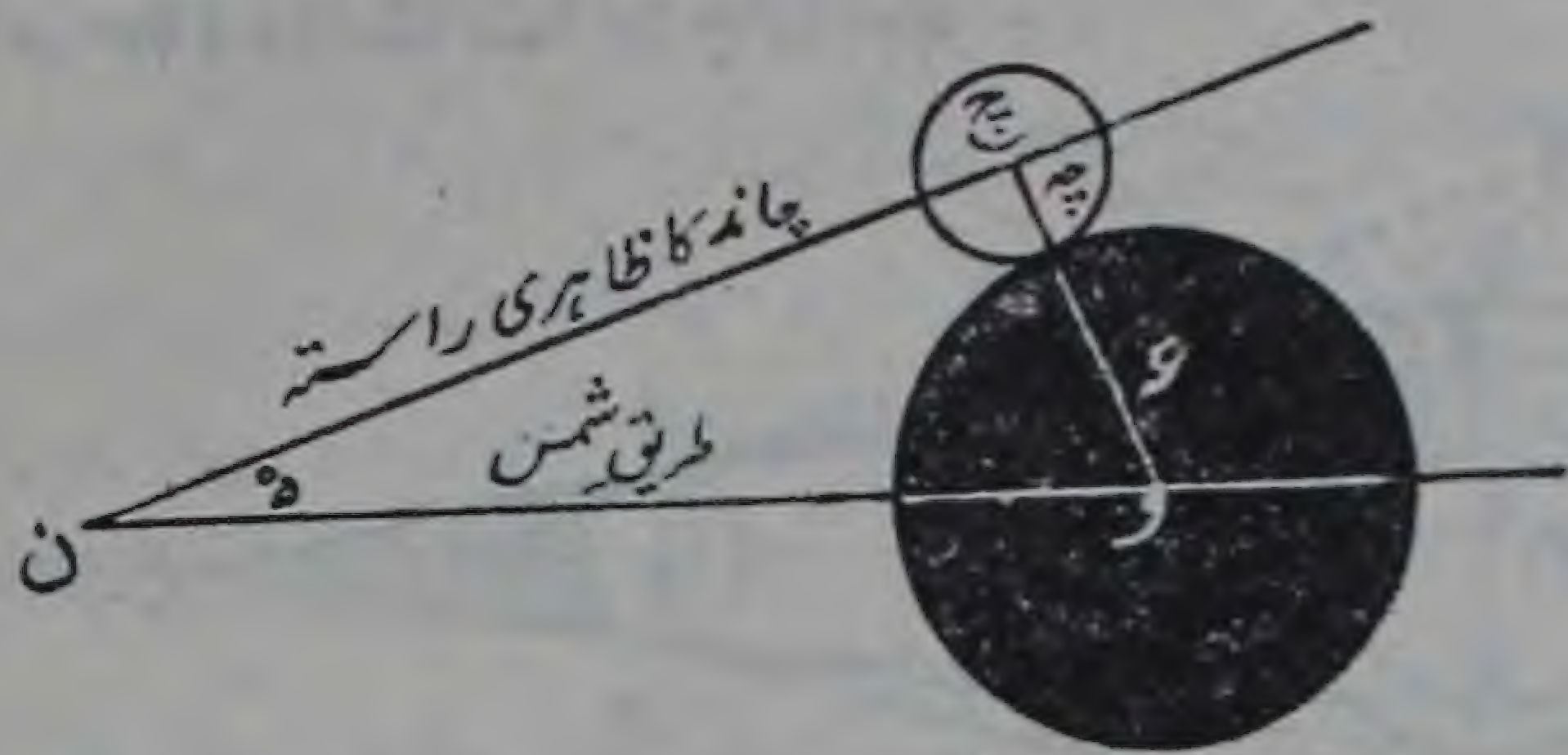
شکل ۶۹

چونکہ زمین کی سطح سے چاند کا فاصلہ زمین کے قطر کے ۲۸ گنے اور ۳۱ گنے کے اندر بدلتا ہے اس لیے اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ مشاہدہ کنندہ کبھی مقام نما پر سایہ کے مخروط کے اندر کھڑا ہوگا اور کبھی مقام نما یعنی مخروط کے راس سے باہر ہوگا۔ اول الذکر صورت میں جو سورج گرہن واقع ہوگا وہ کامل ہوگا کیونکہ زمین کے محاذ چاند کا زاویہ سورج کے زاویہ کی نسبت بڑا ہے۔ دوسری صورت میں جو سورج گرہن واقع ہوگا وہ حلقہ نما ہوگا اور سورج کا صرف اتنا حصہ چھپ جائیگا جو شکل بالا میں اندرونی دائرہ قن سے (شکل ۶۹) تعبیر کیا گیا ہے جہاں قن اور ن نما، ن سے چاند کی سطح کے تماس کھینچے گئے ہیں اور ان کو سورج تک بڑھایا گیا ہے۔

چاند گرہن اور سورج گرہن کی شرائط کا حساب

۱۴۲۔ چاند گرہن — فرض کرو کہ چاند کے فاصلہ پر زمین کے سایہ کی تراش کا مرکز وہ ہے (شکل ۷۰) اور چاند کا مرکز ہے جب کہ یہ سایہ سے خارجی طور پر مس کر رہا ہو۔ نیز چاند کے ظاہری راستہ کو تعبیر کرتا ہے، ن و طریق شمس ہے اور ن چاند کے عقدہ کا مقام ہے۔

اب ظاہر ہے کہ چاند کا کوئی حصہ مخسوف نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکوزوں کا فاصلہ بیچ و سے کم نہ ہو۔



شکل ۱۷

لیکن $ج و = (سایہ کا نصف قطر) + (چاند کا نصف قطر) = ع + چ$
 لیکن $ع = نط + کس$ (دفعہ ۱۳۶)

$ج و = نط + کس + چ$

$نط = سورج کا افقی اختلاف منظر = ۸$

جہاں

$نط = چاند کا افقی اختلاف منظر = ۵۷$

$کس = ۵۰ کا نصف قطر = ۱۶$ (اوسط قیمت)

$چ = ۵۰ کا نصف قطر = ۱۵$ (اوسط قیمت)

اس لیے

$ج و = ۵۷ + ۸ - ۱۶ - ۱۵ = ۵۶$ (تقریباً)

اسی طرح کامل چاند گرہن کے لیے چاند انتہائی محل میں سایہ سے داخلی طور پر مس کریگا اور اس صورت میں

$ج و = (سایہ کا نصف قطر) - (چاند کا نصف قطر) = ع - چ$

$ع = نط + کس - چ$ (تقریباً)

پس چاند گرہن واقع نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ چاند اور سایہ کے مرکروں کا فاصلہ ۵۶ سے کم نہ ہو اور کامل چاند گرہن واقع نہیں ہو سکتا تا وقتیکہ یہ فاصلہ ۲۶ سے کم نہ ہو۔

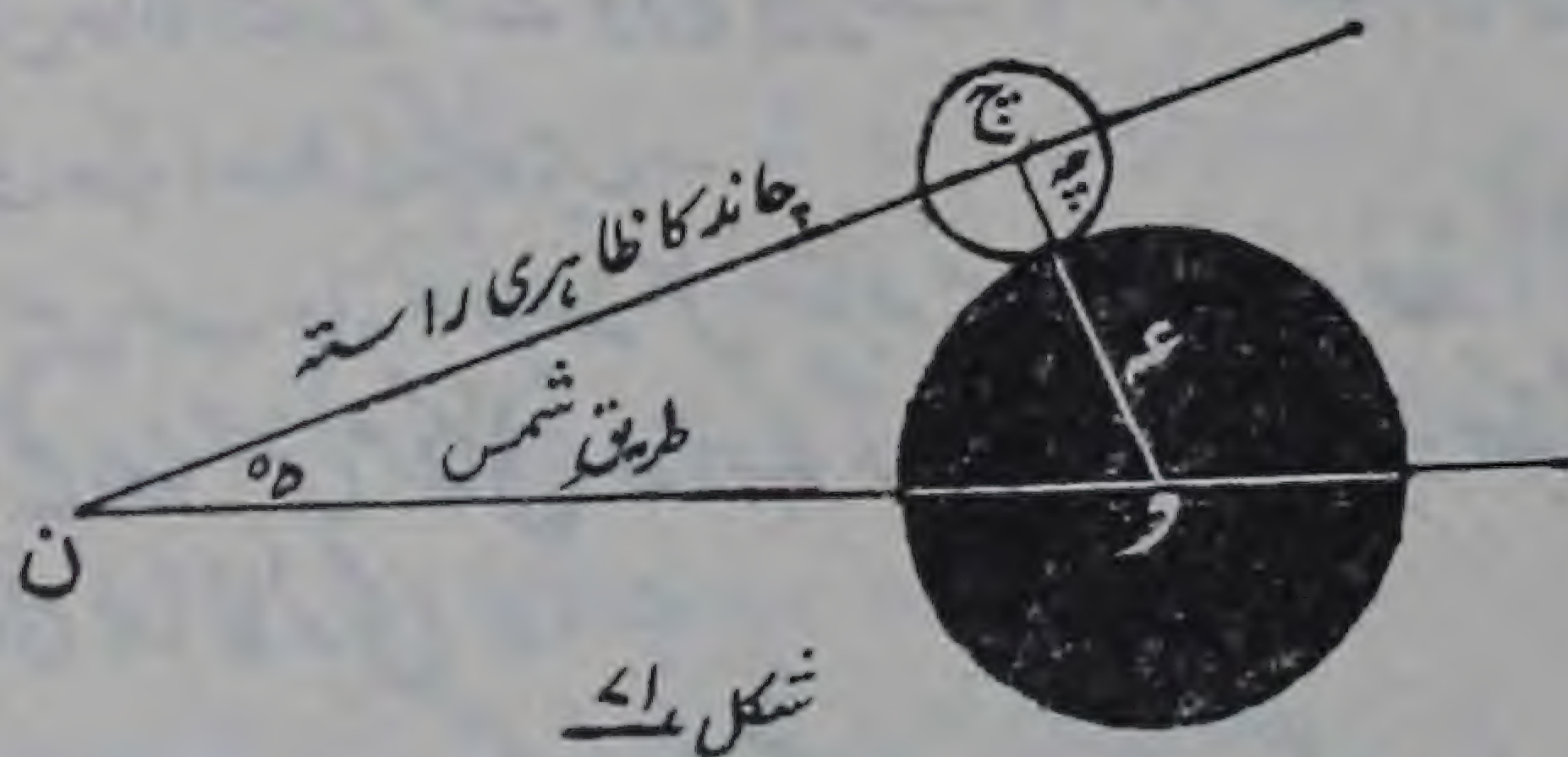
۱۴۳۔ سورج گرہن — (دفعہ ۱۳۷) میں دیکھ چکے ہیں کہ مخروط کی اس تراش کا زاویہ نصف قطر جہاں چاند اقتران کے وقت اس کو لامبا پر قطع کرتا ہے (شکل ۶۸) ظ - ظ + کس ہوتا ہے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ جزوی سورج گرہن کے لیے تراش کے مرکز سے چاند کا انتہائی فاصلہ ظ - ظ + کس + چہ = ۸۸ اور کامل سورج گرہن کے لیے ظ - ظ + کس - چہ = ۵۸ ہونا چاہیے۔

چونکہ مدارِ قمر طریقِ شمس کے ساتھ بہت چھوٹا زاویہ بناتا ہے (یعنی ۵° کا) لہذا خط وچ طریقِ شمس پر قریب قریب عمود وار ہوتا ہے اور اس لیے یہ تقریباً چاند کے عرض بلد کے مساوی ہوتا ہے، نیز چونکہ چاند کا عرض بلد ۰° سے ۵° تک بدلتا ہے اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ گرہن صرف عقدہ کے نہایت قریب ہی واقع ہو سکتا ہے۔

۱۴۴۔ تعریف — محلِ مقابلہ میں عقدہ سے چاند کا بڑے سے بڑا فاصلہ (جو طریقِ شمس پر ناپا جائے) جس کے اندر خسوفِ قمر واقع ہو سکتا ہے اس کو حدِ خسوفِ قمر کہتے ہیں۔ مثلاً شکل ۷۱ میں چاند کا ظاہری راستہ پہلے چ ن سے تعبیر کیا گیا ہے نیز چاند تقریباً محلِ مقابلہ میں دکھایا گیا ہے جب کہ یہ سایہ کو عین مس کرتا ہے۔ تب فاصلہ ن و جو طریقِ شمس پر ناپا گیا ہے محلِ مقابلہ میں عقدہ سے چاند کے فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے یعنی محلِ مقابلہ میں عقدہ سے طریقِ شمس پر چاند کے فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے اس لیے یہ فاصلہ حدِ خسوف ہے۔

حدِ خسوف معلوم کرنا

۱۴۵۔ کردی مثلث چ و ن میں قوس ن و کو یوں محسوب کر سکتے ہیں۔



قوس چ و معلوم ہے کیونکہ یہ سایہ اور چاند کے نصف قطروں کے مجموعہ کے مساوی ہے (دفعہ ۱۴۲ کی رُو سے چ و = ظ + ظ - س + چہ) زاویہ ن بھی جو مدارِ قمر اور طریقی شمس کا درمیانی زاویہ ہے معلوم ہے اور تقریباً ۵° ہے۔ زاویہ چ قائمہ ہے (کیونکہ و چ و سے چ ن کا چھوٹے سے چھوٹا فاصلہ ہے) اس لیے قوس ن و محسوب ہو سکتی ہے۔

حدِ اعظم و حدِ اصغر — حدِ خسوف کوئی مستقل مقدار نہیں ہے

کیونکہ چاند اور سورج دونوں کے اختلافِ منظر اور زاویائی نصف قطر بدلتے رہتے ہیں۔ علاوہ ازیں چاند کے مدار کا میلان بھی ۵° ۲۰ سے ۵° ۴۰ کے اندر بدلتا رہتا ہے۔ ان سب اسباب کی بنا پر مذکورہ بالا حد میں معتدبہ تبدیلیاں ہوتی رہتی ہیں۔ جب چاند زمین کے قریب ترین اور زمین سورج سے بعید ترین ہو اور ساتھ ہی مدارِ قمر کا زاویہ میلان کم سے کم ہو تو حالات گرہن کے لیے نہایت موافق ہوتے ہیں اور اس صورت میں بمقابلہ کسی اور موقع کے عقدہ سے بڑے سے بڑے فاصلہ پر گرہن واقع ہو سکتا ہے۔ ان حالات کے تحت ون کی قیمت ۱۲° ۵' معلوم کی گئی ہے۔ اس کو خسوفِ قمر کی حدِ اعظم کہتے ہیں۔

برخلاف اس کے جب چاند زمین سے زیادہ سے زیادہ فاصلہ پر ہو اور زمین سورج سے کم سے کم فاصلہ پر ہو اور نیز پر کا زاویہ بڑے سے بڑا ہو (شکل ۱۷) تو حالات گرہن کے لیے نہایت مخالف ہوتے ہیں اور اس صورت میں اول الذکر صورت کی نسبت چاند کو خسوف کے واقع ہونے کے لیے عقدہ کے بہت قریب ہونا چاہیے۔ ان حالات کے تحت ون کی قیمت ۹° ۳۰' معلوم کی گئی ہے۔ اس کو خسوف کی حدِ اصغر کہتے ہیں۔

پس جب چاند کا فاصلہ محلِ مقابلہ میں عقدہ سے حدِ اعظم کے اندر ہو تو گرہن کا واقع ہونا محض امرِ کافی ہوتا ہے مگر جب اس کا فاصلہ حدِ اصغر کے اندر ہو تو گرہن کا واقع ہونا لازمی ہوتا ہے۔

۱۴۶۔ حدودِ کسوفِ شمس — سورج گرہن کے لیے بھی ایک حد ہے

اور اس حد سے مراد عقدہ سے طریق شمس پر محل اقتران میں چاند کا وہ فاصلہ ہے جس کے اندر سورج گرہن واقع ہو سکتا ہے۔ اس حد کی بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی قیمتوں کو بالترتیب حد اعظم اور حد اصغر بھی کہتے ہیں۔ بڑی سے بڑی حد $18^{\circ} 31'$ ہے اور اس کے اندر کسوف کا واقع ہونا محض امکانی امر ہے اور چھوٹی سے چھوٹی حد $15^{\circ} 21'$ ہے جس کے اندر کسوف کا واقع ہونا لازمی ہے۔

۱۴۷۔ (دفعہ ۱۲۶) میں اس کا ذکر کیا جا چکا ہے کہ چاند کے عقدے طریق شمس پر رجعی حرکت رکھتے ہیں اور $\frac{2}{3}$ سال میں ایک پورے دور کی تکمیل کر لیتے ہیں۔ اس بنا پر (دفعہ ۱۲۷) میں ثابت کیا گیا ہے کہ عقدوں کے خط کی گردش کا اقترانی دور 324662 یوم ہے۔ دوسرے لفظوں میں اس کے یہ معنی ہیں کہ سورج عقدوں کے خط سے 340° میں سے 324662 یوم میں علیحدہ ہوتا ہے۔ اس لیے $\frac{1}{4}$ دن کے ایک اقترانی قمری مہینہ میں سورج ایک عقدہ سے بقدر زاویہ

$$340^{\circ} \times \frac{295}{324662} = 30^{\circ} 38' \approx 30^{\circ} \text{ تقریباً}$$

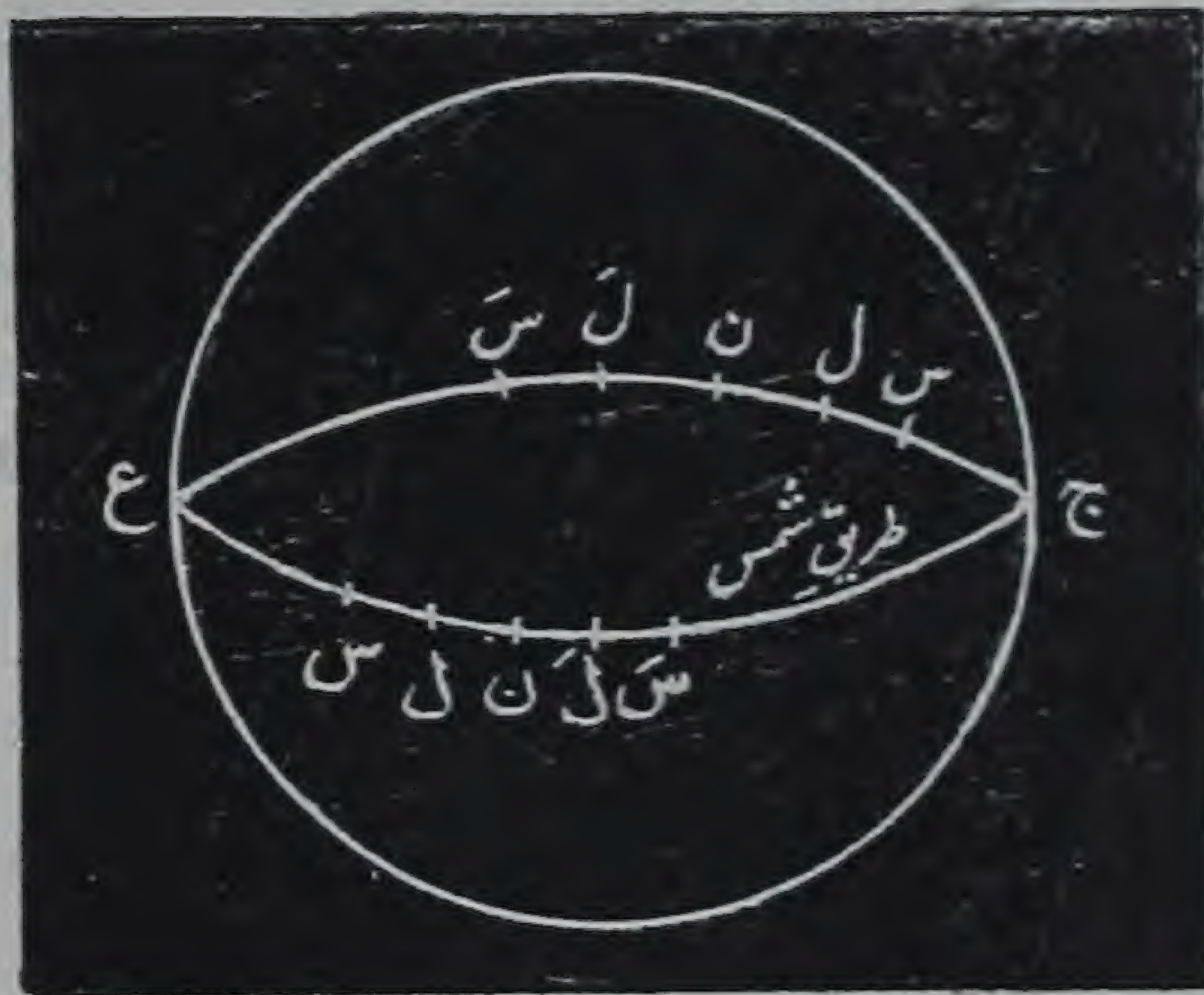
علیحدہ ہوتا ہے۔ چونکہ اس نتیجہ کا حدود خسوف و کسوف کے ساتھ مقابلہ کرنے سے گرہنوں کا تعدد وقوع محسوب ہو سکتا ہے اس لیے یہ ضروری معلوم ہوتا ہے کہ طالب علم مقادیر ذیل کی تقریبی قیمتیں یاد کر لے۔

حدود خسوف	اعظم 12°	اصغر $9\frac{1}{4}^{\circ}$
حدود کسوف	$18\frac{1}{2}^{\circ}$	$15\frac{1}{4}^{\circ}$
سورج کی اضافی حرکت	$= \frac{2}{3} \times 30^{\circ}$ ہر قمریہ میں	
سورج کی گردش کی مدت	$= 324662$ دن	
مدت عقدہ سے عقدہ تک	$= 143$ دن	
۶ قمری دور	$= 29\frac{1}{4} \times 6 = 176\frac{1}{2}$ دن	

انتباہ۔ ظاہر ہے کہ اثنائے خسوف و کسوف میں سورج اور چاند کے فاصلے قریب ترین عقدہ سے تقریباً مساوی ہوتے ہیں۔

گرہنوں کے تعدد وقوع کی تعیین

۱۴۸۔ کم سے کم تعداد۔ فرض کرو کہ ن اور ن چاند کے عقدوں کو تعبیر کرتے ہیں (شکل ۷۲)۔ طریق شمس ع ج پر فاصلے ن ل، ن ل، ن ل، ن ل کا ٹو جن میں سے ہر ایک خسوفِ قمر کی حد کے مساوی ہو۔ اسی طرح فاصلے ن س، ن س، ن س، ن س کا ٹو جن میں سے ہر ایک کسوفِ شمس کی حد کے مساوی ہو۔ اب چونکہ سورج بلحاظ عقدوں کے ایک اقترانی مہینہ میں $۳۰ \frac{۲}{۳}$ چلتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سورج کو قوسوں س س یا س س کو طے کرنے میں ایک ماہ سے زیادہ وقت لگیگا کیونکہ ان میں ہر ایک قوس بوجہ سورج کی حد اصغر سے دو چند ہونے کے ۳۱ ہے۔ لہذا کم از کم ایک امارت اور اس لیے کم از کم ایک سورج گرہن اس کے ان قوسوں میں سے ہر ایک میں سے گزرتے وقت واقع ہونا چاہیے۔



شکل ۷۲

برعکس اس کے ل ل، یا ل ل کی کم سے کم قیمت بوجہ چاند کی حد اصغر کے دو چند ہونے کے صرف ۱۹ ہے۔ اور سورج ان قوسوں میں سے ہر ایک کو ایک ماہ سے بہت کم عرصہ میں (تقریباً ۱۸ یوم میں) طے کر لیتا ہے۔ اس لیے ممکن ہے کہ کسی عقدہ کے قریب بھی پورا چاند نہ ہو اور بناءً علیہ سال بھر میں کوئی بھی چاند گرہن

نہ ہو۔ پس سال بھر میں کم سے کم دو گرہن واقع ہونگے اور یہ دونوں سورج ہی کے گرہن ہونگے۔

۱۴۹۔ بڑی سے بڑی تعداد — سورج کون سے ن (شکل ۷۷)

تک جانے میں ۱۷۳ دن لگتے ہیں یعنی چاند کے ۶ وضعی دوروں (۱۷۷ دن) سے ۴ دن کم لگتے ہیں۔ اس لیے جب سورج کے ن پر پہنچنے کے ۲ دن پہلے چاند پورا ہو تو اس کے ن میں سے گزرنے کے ۲ دن بعد بھی چاند پورا ہوگا، اس لیے ہر ایک عقدہ کے بہت قریب چاند گرہن کا واقع ہونا یقینی ہوگا۔ لیکن اگر سورج کے ایک عقدہ میں سے گزرنے سے دو دن پہلے یا دو دن بعد چاند گرہن واقع ہو تو ممکن ہے کہ اُس عقدہ کے قریب دو سورج گرہن بھی واقع ہوں (یعنی اس سے پہلے کے اور بعد کے اماؤسوں کے وقت)۔ کیونکہ نصف دور یعنی ۳۱ دن میں سورج ۱۵۱ چلتا ہے اور اگر ہم اس میں وہ قوس بھی اضافہ کر دیں جو سورج ۲ دن میں طے کرتا ہے تو بھی مجموعی قوس سورج گرہن کی حدِ اعظم کے اندر ہی رہتی ہے۔ اس لیے ۳۴۶ یوم کی مدت میں ممکن ہے کہ ہر ایک عقدے کے قریب ایک چاند گرہن اور دو سورج گرہن واقع ہوں۔ لیکن اگر سس کے گرہن (شکل ۷۷) جنوری میں واقع ہوں تو اختتام سال سے پہلے سورج کے دوسری مرتبہ قوس سس کے اندر پہنچنے کے لیے بھی کافی وقت بچ رہتا ہے پس اب سس کے قریب ایک اور سورج گرہن واقع ہوگا اور سورج کے ن میں سے گزر جانے کے ۶ دن بعد ایک چاند گرہن واقع ہوگا۔ مگر اس کے بعد سس کے قریب سورج گرہن واقع نہیں ہوگا کیونکہ اب جو اماؤس ہوگا وہ سورج کی حدِ اعظم کے باہر واقع ہوگا۔ اس طرح چاند کے ۱۲ وضعی دوروں یعنی ۳۶۸ یوم میں کل گرہنوں کی تعداد آٹھ ہوئی جن میں سے پانچ سورج کے ہیں اور باقی تین چاند کے۔ لیکن یہ سب گرہن ایک سال (یعنی ۳۶۵ یوم) کے اندر واقع نہیں ہو سکتے اس لیے ہمیں کم از کم ایک سورج گرہن یا چاند گرہن کو حذف کر دینا چاہیے، پس سال بھر کے کل گرہنوں کی تعداد زیادہ سے زیادہ سات ہو سکتی ہے جن میں سے یا پانچ سورج گرہن اور دو چاند گرہن ہونگے یا چار سورج گرہن اور تین چاند گرہن۔

ہر ۱۸ سال میں بالعموم ۲۱ سورج گرہن اور ۲۹ چاند گرہن ہوتے ہیں۔

قرنِ خلدانی

۱۵۰۔ چونکہ چاند کے عقدوں کا دورِ اقترانی ۲۹۵۳۶۲ یوم کا ہے اور چاند کا دورِ وضعی ۲۹۵۳۶۳ یوم کا ہے، اس لیے

عقدہ کے ۱۹ اقترانی دور = ۱۹×۲۹۵۳۶۲ یوم = ۵۵۸۵ یوم

نیز ۲۲۳ قمریے یا چاند کے وضعی دور = ۲۲۳×۲۹۵۳۶۳ یوم = ۶۵۸۵ یوم

اس لیے ہم دیکھتے ہیں کہ ۶۵۸۵ یوم کی ہر مدت کے بعد، جو وقفہ ہذا میں ۴ لیب سال ہونے کی صورت میں ۱۸ سال ۱۱ یوم اور ۵ لیب سال ہونے کی صورت میں ۱۸ سال ۱۰ یوم کے مساوی ہوتی ہے سورج اور چاند مدارِ قمر کے عقدوں کے لحاظ سے تقریباً اے سابقہ محل میں لوٹ کر آتے ہیں۔ قرن مذکور کے ختم ہونے کے بعد خسوف و کسوف پھر اسی ترتیب سے واقع ہونگے جس میں کہ گزشتہ قرن میں واقع ہوئے تھے۔ اس مدت کو قرنِ خلدانی کہتے ہیں کیونکہ اس کی مدد سے خلدانی ہیئت دان گرہنوں کے وقوع کے اوقات پیش از وقت بتا سکتے تھے۔

گیارہواں باب

وقت

اوسط اور ظاہری وقت۔ وقت کی مساوات

ۛ

۱۵۱۔ تیسرے باب میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ شمسی اور کوکبی وقت میں کیا فرق ہے: کوکبی یوم کا طول مستقل ہوتا ہے کیونکہ زمین کی محوری گردش کی رفتار یکساں رہتی ہے لیکن ظاہری شمسی یوم کا طول بدلتا رہتا ہے کیونکہ دورانِ سال میں سورج کے صعودِ مستقیم کی تبدیلی کی شرح یکساں نہیں رہتی۔ اس عدم تساوی کی وجہ سے گھڑی کو اس طرح چلانا ناممکن ہے کہ جب سورج نصف النہار پر پہنچے تو اس میں بارہ بجے کا وقت ہو۔ اس لیے ہماری گھڑیاں ظاہری شمسی وقت کو بتانے کے بجائے اوسط شمسی وقت کو ظاہر کرتی ہیں اور اوسط شمسی وقت سے وہ وقت مراد ہے جو ایک ایسے مفروضہ جرم (جس کو اوسط شمس کہہ سکتے ہیں) کے حرکت کرنے سے حاصل ہوتا جو استوا پر یکساں رفتار کے ساتھ اسی اوسط شرح سے حرکت کرتا جس سے کہ سورج فی الحقیقت طریقِ شمس پر حرکت کرتا معلوم ہوتا ہے۔

تعریف — اوسط شمسی یوم سے وہ مدت مراد ہے جو نصف النہار پر سے اوسط شمس کے دو متواتر مروروں کے درمیان گزرتی ہے۔
چونکہ اوسط شمس کا صعودِ مستقیم یکساں رفتار سے بدلتا ہے اس لیے ظاہر ہے کہ اوسط شمسی یوم کا طول مستقل ہوتا ہے۔ کسی آن میں اوسط شمس کا ساعتی زاویہ

آن مذکور میں اوسط وقت کو ظاہر کرتا ہے اور ظاہری یا اصلی سورج کے ساعتی زاویہ سے ظاہری وقت یا دھوپ گھڑی کا وقت تعبیر ہوتا ہے۔

۱۵۲۔ تعریف۔ اوسط اور ظاہری وقت کے فرق کو وقت کی مساوات کہتے ہیں۔ اسے مثبت مانا جاتا ہے اگر اوسط وقت ظاہری وقت سے زیادہ ہو اور منفی مانا جاتا ہے اگر ظاہری وقت اوسط وقت سے زیادہ ہو، اس لیے

(اوسط وقت - ظاہری وقت) = (وقت کی مساوات)

یا (معمولی گھڑی کا وقت) - (دھوپ گھڑی کا وقت) = (وقت کی مساوات)۔ چونکہ شمس حقیقی طریق شمس پر حرکت کرتا ہے اور اوسط شمس استوا پر، نیز چونکہ اول الذکر کی حرکت تغیر پذیر ہوتی ہے اور آخر الذکر کی یکساں اس لیے واضح ہے کہ وقت کی مساوات ذیل کے دو اسباب پر مبنی ہے:-

(۱) مدارِ ارض کے خروج المسکنہ کی وجہ سے طریقی شمس پر شمس حقیقی کی تغیر پذیر حرکت۔

(۲) طریقی شمس کا میلان استوا کے ساتھ۔

اب ہم ان اسباب میں سے ہر ایک پر جدا گانہ غور کریں گے اور ان کے اثرات کو ملانے سے دیکھیں گے کہ وقت کی مساوات دوران سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز اس کی بڑی سے بڑی قیمت کس وقت ہوتی ہے اور چھوٹی سے چھوٹی کس وقت۔

وقت کی مساوات سورج کی غیر مساوی حرکت کی بنیاد پر

۱۵۳۔ دسمبر ۳ کو جب کہ زمین مقامِ حسیض پر یعنی سورج کے قریب ترین

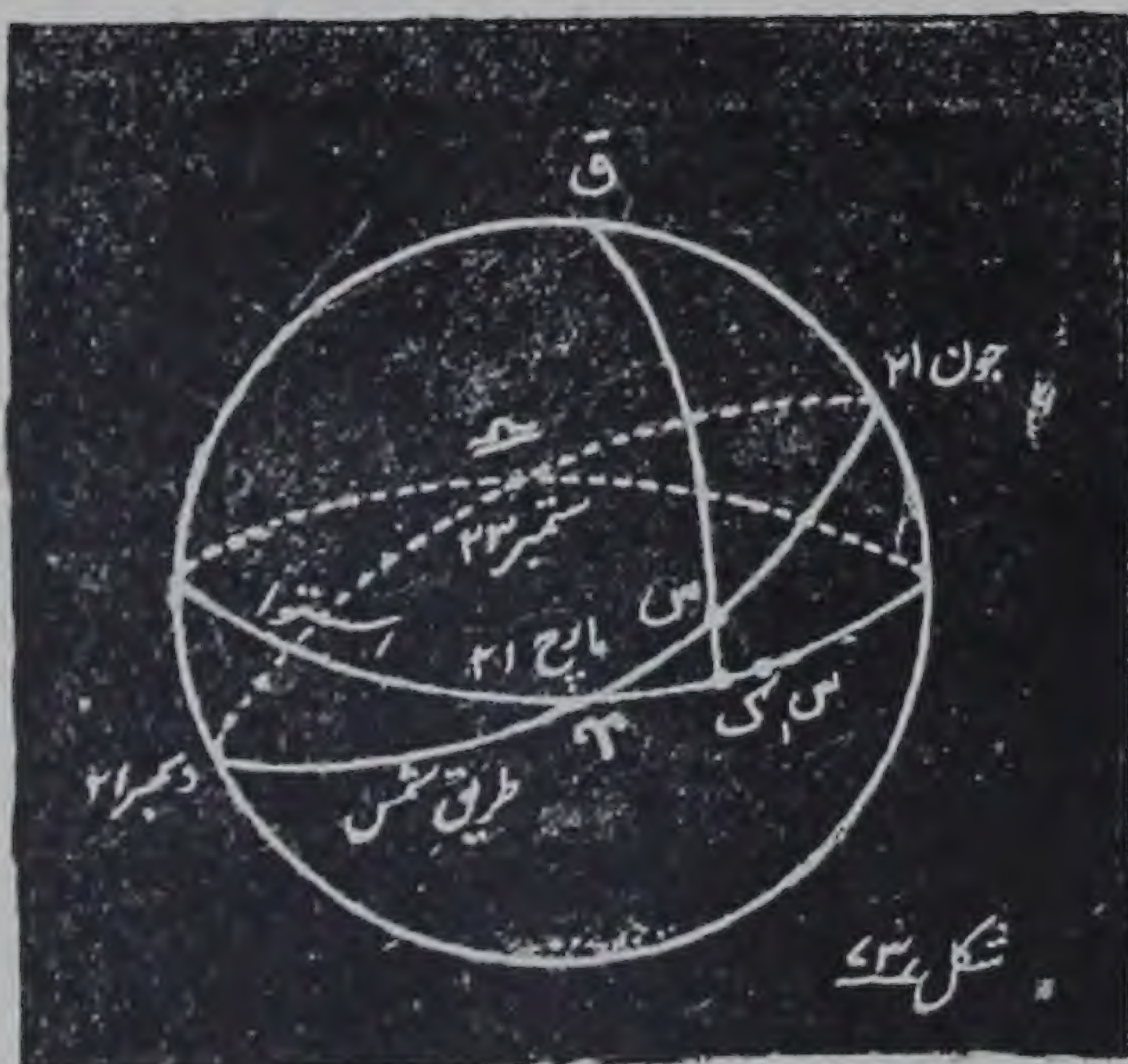
ہوتی ہے اس وقت اس کی رفتار زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے (دفعہ ۶۸) اس لیے اس وقت سورج طریقی شمس پر مغرب سے مشرق کی طرف جس رفتار سے حرکت کرتا ہے وہ اس کی اوسط رفتار سے زیادہ ہوتی ہے۔ چونکہ زمین بھی اپنے محور پر مغرب سے مشرق

کی طرف حرکت کرتی ہے اس لیے اس وقت ظاہری یعنی اصلی شمسی یوم طول میں اوسط شمسی یوم سے بڑا ہوتا ہے۔ لہذا اگر مقامِ حسیض پر ایک معمولی گھڑی اور دھوپ گھڑی ایک ساتھ چلائی جائیں تو ظاہر ہے کہ ظاہری وقت، اوسط وقت سے بتدریج

سمجھے رہتا جائیگا یعنی دھوپ گھڑی بمقابلہ معمولی گھڑی کے سُست معلوم ہوگی اور یہ سلسلہ تقریباً تین مہینے تک جاری رہیگا حتیٰ کہ طریق شمس پر سورج کی اصلی رفتار اس کی اوسط رفتار کے مساوی ہو جائیگی۔ لہذا وقت کی مساوات کا وہ حصہ جو سورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے اپنی بڑی سے بڑی مثبت قیمت یعنی ۷ منٹ پر مارچ کے آخر میں پہنچتا ہے۔ اس کے بعد اُس وقت میں جو دھوپ گھڑی معمولی گھڑی سے گزشتہ تین مہینے کے اندر آگے بڑھ گئی تھی بتدریج کمی شروع ہوتی ہے حتیٰ کہ یکم جولائی کو جب زمین اورج پر پہنچ جاتی ہے تو دھوپ گھڑی اور معمولی گھڑی کا وقت مساوی ہو جاتا ہے اور وقت کی مساوات جہاں تک کہ اس کا تعلق سورج کی غیر مساوی حرکت کے ساتھ ہے معدوم ہو جاتی ہے۔ اسی طرح سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ اورج سے حسیض تک وقت کی مساوات سبب مذکورہ کی بنا پر منفی ہوتی ہے اور اس کی بڑی سے بڑی منفی قیمت یعنی ۷ منٹ ستمبر کے آخر میں پہنچتی ہے۔

وقت کی مساوات طریق شمس کے میلان کی بنا پر

۴۵۔ اگر سورج کی حرکت طریق شمس پر یکساں بھی ہوتی تو بھی استوا کے ساتھ طریق شمس کے میلان کی وجہ سے اس کے صعود و مستقیم کی تبدیلی کی شرح مستقل نہیں ہوتی تھی۔ فرض کرو کہ شمس حقیقی میں اور اوسط شمس میں (شکل ۳۷) اعتدال ربیع سے ایک ساتھ روانہ ہوتے ہیں، اول الذکر طریق شمس پر حرکت کرتا ہے اور آخر الذکر استوا پر تب



وہ پھر اعتدال خریف پر اکٹھے ہونگے نیز ہر دو انقلابوں پر ان کے صعود و مستقیم بھی ایک دوسرے کے مساوی ہونگے پس وقت کی مساوات کا

وہ حصہ جو محض طریق شمس کے میلان پر مبنی ہے سال بھر میں چار دفعہ اعتدالوں اور انقلابوں پر صفر ہو جاتا ہے۔

نیز جس وقت شمس حقیقی میں (شکل ۳۳) پر ہو تو اس کا معمولی تقیم ۴ ک ہوگا جہاں ق میں ک وہ قوس ہے جو قطب سماوی اور سورج کے مرکز میں سے گزرتی ہے۔ اب اوسط شمس میں کا مقام (صرف طریق شمس کے میلان کے لحاظ سے) معلوم کرنے کے لیے ۴ میں ۴ = ۱ میں قطع کرو، ایسا کرنے سے ۱ ک کے مشرق کی طرف پڑیگا کیونکہ قائم الزاویہ کروی مثلث ۴ میں ک میں ۴ میں وتر ہونے کی وجہ سے ۴ ک سے بڑا ہے۔ پس شمس حقیقی اوسط شمس کے مغرب کی طرف ہونے کی وجہ سے ہر روز نصف النہار کو اوسط شمس کی نسبت پہلے عبور کرتا ہے یعنی دھوپ گھڑی معمولی گھڑی کے مقابلہ میں تیز ہوتی ہے پس وقت کی مساوات کا یہ حصہ منفی ہوتا ہے اور اس کی تعداداً بڑی سے بڑی قیمت - ۱۰ منٹ ہوتی ہے۔ اسی طرح سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ انقلاب سے اعتدال تک دھوپ گھڑی معمولی گھڑی سے سست ہوتی ہے اور وقت کی مساوات کا یہ حصہ مثبت ہوتا ہے جس کی بڑی سے بڑی قیمت + ۱۰ منٹ ہوتی ہے۔

وقت کی مساوات کے ہر دو اجزاء کی ترکیب

۱۵۵۔ فرض کرو کہ $H =$ وقت کی مساوات کا وہ حصہ جو سورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے۔

$H_1 =$ وہ حصہ جو طریق شمس کے میلان پر مبنی ہے۔

اوپر کے نتائج کا اقتباس کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ
(۱) H_1 سال بھر میں دو دفعہ یعنی دسمبر ۳ اور جولائی یکم کو معدوم ہو جاتا ہے اور اس کی قیمت بڑی سے بڑی یعنی + ۱۰ منٹ اختتام مارچ پر ہوتی ہے جو بتدریج گھٹتے گھٹتے ستمبر کے آخر میں کم سے کم قیمت یعنی - ۱۰ منٹ پہنچ جاتی ہے۔
(ملاحظہ ہو نقطہ دار خط شکل ۳۴)۔

(۲) H سال بھر میں چار دفعہ یعنی انقلابوں اور اعتدالوں پر معدوم ہوتا ہے۔ اعتدال سے لے کر انقلاب تک H منفی ہوتا ہے اور انقلاب سے اعتدال تک

مثبت، نیز درمیانی مقامات کے لیے اس کی قیمت + ۱۰ منٹ سے - ۱۰ منٹ تک بدلتی رہتی ہے۔ (ملاحظہ ہو مسلسل منحنی شکل ۷۴)۔
 (۳) ما اور ماہ کا جبریہ حاصل جمع کسی آن میں وقت کی مساوات کو تعبیر کرتا ہے (دیکھو منحنی شکل ۷۵)۔

محیثیت مجموعی وقت کی مساوات سال میں چار بار صفر ہو جاتی ہے

۱۵۶۔ ہم دیکھ چکے ہیں کہ وقت کی مساوات ما اور ماہ کے جبریہ حاصل جمع کے مساوی ہے اور ماہ کی بڑی سے بڑی قیمتیں

+ ۱۰ منٹ - ۱۰ منٹ + ۱۰ منٹ - ۱۰ منٹ

ہیں جو بالترتیب مہینوں

فروری مئی اگست نومبر

میں واقع ہوتی ہیں۔

اب چونکہ ما کی عددی قیمت کبھی + ۱۰ منٹ سے تجاوز نہیں کرتی اس لیے ظاہر ہے کہ اوپر کے چاروں مہینوں میں وقت کی مساوات (ما + ماہ) کی علامت وہی ہونی چاہیے جو ماہ کی ہے خواہ ما مثبت ہو یا منفی۔ اس سے فوراً یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ وقت کی مساوات کی علامت سال بھر میں کم از کم چار مرتبہ بدلتی ہے یعنی

+ - + -

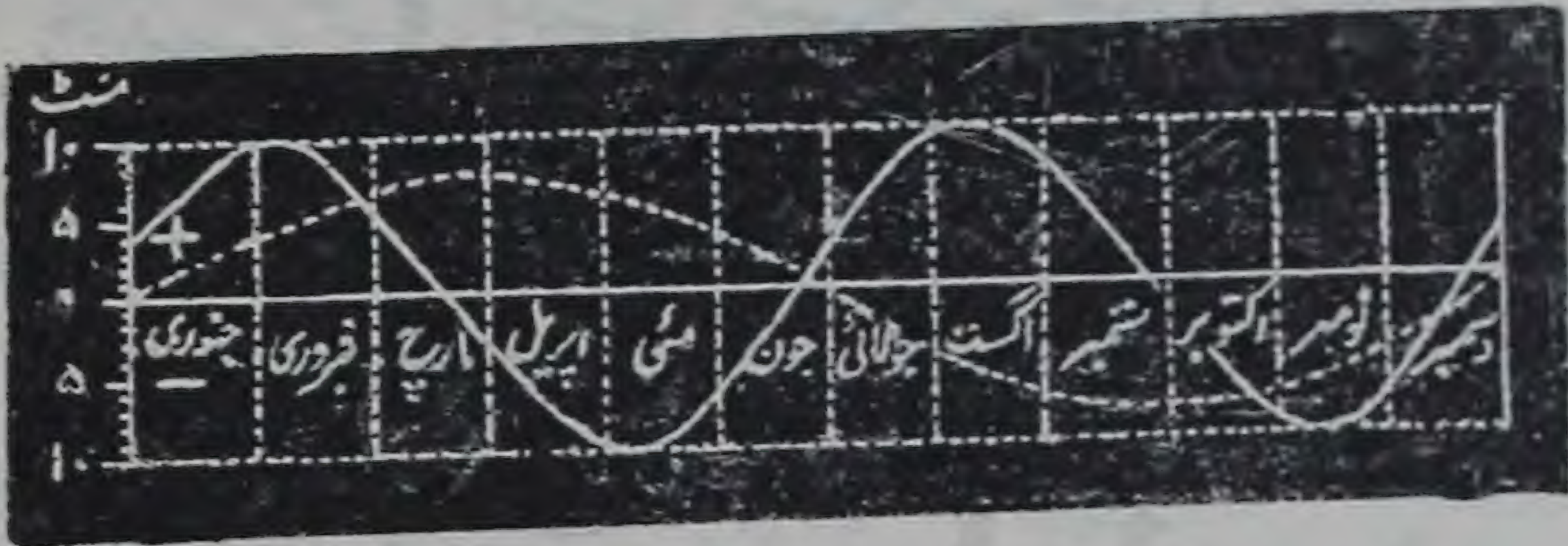
اور اس لیے مثبت سے منفی ہونے میں یا منفی سے مثبت ہونے میں کم از کم چار بار صفر ہوتی ہے۔

جن تاریخوں پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ تقریباً ۱۶ اپریل، ۱۵ جون، یکم ستمبر اور ۲۵ دسمبر ہیں۔ اس کی بڑی سے بڑی مثبت قیمت یعنی ۱۴ منٹ ۲۸ سکند فروری ۱۱ کو ہوتی ہے اور زیادہ سے زیادہ منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱ سکند

۷۵ شکل کے منحنی کو ملاحظہ کرنے سے ظاہر ہے کہ یہ چار بار سے زیادہ مرتبہ صفر نہیں ہوتی۔

نمبر ۳ کو (ملاحظہ ہو شکل ۷۵ کا منحنی)۔

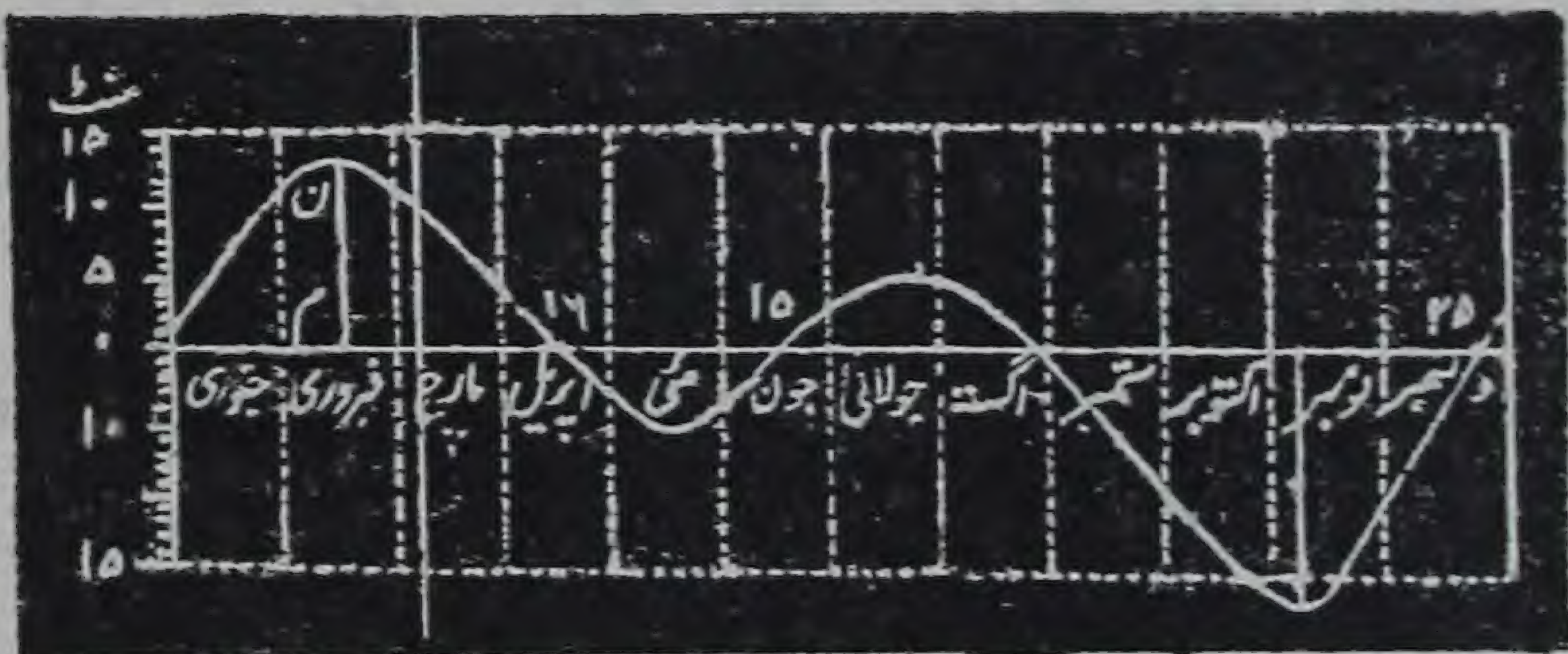
۱۵۷۔ اب ہم تریسیمی طور پر دکھا سکتے ہیں کہ وقت کی مساوات سال بھر میں کس طرح بدلتی رہتی ہے، نیز یہ کہ اس کی قیمت زیادہ سے زیادہ کب ہوتی ہے اور کن موقعوں پر یہ بالکل معدوم ہو جاتی ہے۔



شکل ۷۴

یہ منحنیاں وقت کی مساوات کے ہر دو اجزائے ترکیبی کی تبدیلیوں کو ظاہر کرتی ہیں۔

شکل ۷۴ میں نقطہ دار منحنی اُس جزو ترکیبی کو ظاہر کرتا ہے جو سورج کی غیر مساوی حرکت پر مبنی ہے اور مسلسل منحنی اُس جزو ترکیبی کو تعبیر کرتا ہے جو طریق شمس کے میدان پر مبنی ہے۔ شکل ۷۵ میں ایک ہی منحنی ہے جو مذکورہ بالا دونوں منحنیوں کے مجموعی اثر کو ظاہر کرتا ہے اور منحنی پر کے کسی نقطہ کے متناظر وقت کی مساوات اُس عمودی فاصلہ سے تعبیر ہوتی ہے جو نقطہ مذکور اور خط صفر کے مابین واقع ہے۔ مثلاً ن کے متناظر وقت کی مساوات ن م ہے۔ خط صفر کے نیچے کی طرف منحنی کے سب حصے



شکل ۷۵

منفی قیمتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ جن اوقات پر وقت کی مساوات صفر ہو جاتی ہے وہ اُن نقطوں سے تعبیر ہوتے ہیں جہاں یہ منحنی خط صفر کو قطع کرتا ہے۔

صبح اور شام کے طول غیب مساوی ہوتے ہیں

۱۵۸۔ ایک دن کے اندر سورج کے میل میں جو تھوڑی سی تبدیلی واقع ہوتی ہے اگر اُس کو نظر انداز کیا جائے تو ہم کہہ سکتے ہیں کہ طلوع آفتاب سے لے کر آفتاب کے نصف النہار پر پہنچنے (یعنی ظاہری ظہر تک) کی مدت ظاہری ظہر سے غروب آفتاب تک کی مدت کے مساوی ہوتی ہے۔ لیکن اوسط ظہر اور ظاہری ظہر عموماً منطبق نہیں ہوتے اس لئے ہماری گھڑیوں کی رُو سے صبح اور شام کے طول مساوی نہیں ہوتے بلکہ صبح طلوع آفتاب سے غروب آفتاب تک کی مدت کے نصف سے بقدر وقت کی مساوات کے کم (جبریہ معنوں میں) ہوتی ہے اور شام بقدر اسی مدت کے زیادہ (جبریہ معنوں میں) ہوتی ہے۔

اس سے ظاہر ہے کہ صبح اور شام کے طولوں کا فرق ہمیشہ وقت کی مساوات کے دو چند کے مساوی ہوتا ہے پس (شام کا طول)۔ (صبح کا طول) = ۲ (وقت کی مساوات) انقلابِ سرما کے فوراً بعد شام کا طول بڑھنا شروع ہوتا ہے لیکن صبح کا طول ہنوز گھٹتا جاتا ہے اس کی توجیہ آسان ہے۔

انقلاب پر ہونے کی وجہ سے سورج چند دنوں تک ساکن معلوم ہوتا ہے اس لیے اس دوران میں ہم اس کے میل کو مستقل تصور کر سکتے ہیں اس لیے اس اثناء میں ظاہری ظہر اور غروب آفتاب کی درمیانی مدت مستقل رہتی ہے لیکن اس موقع پر چونکہ وقت کی مساوات بڑھتی رہتی ہے (ملاحظہ ہو منحنی شکل ۵۷) اس لیے ہر روز اوسط ظہر، ظاہری ظہر سے زیادہ پہلے واقع ہوتی ہے اس لیے اوسط ظہر سے غروب آفتاب تک کا وقت بڑھتا جاتا ہے اور شام کا طول زیادہ ہوتا جاتا ہے۔

اسی طرح یہ بھی بتایا جاسکتا ہے کہ طلوع آفتاب کا ظاہری وقت تو وہی رہتا ہے

لے صبح سے مراد طلوع سے لے کر معمولی گھڑی میں ۱۲ بجے تک کی مدت ہے اور شام سے مراد ۱۲ بجے سے لے کر غروب تک کی مدت ہے۔

لیکن اوسط ظہر یا گھڑی کے لحاظ سے طلوع آفتاب ہر روز زیادہ دیر سے ہوتا ہے اس لیے صبح کا طول کم ہوتا جاتا ہے۔ مگر خیال رہے کہ اس کے تھوڑے ہی دنوں بعد سورج کے میل کے بڑھنے سے صبح اور شام دونوں بڑھنے لگتے ہیں :-

مثالیں

نوٹ - (Noon) ظہر

(A.M) قبل ظہر

(P.M) بعد ظہر

۱۔ اوسط وقت = ۵ گھنٹے ۱۲ منٹ ۲۰ سکنڈ بعد ظہر اور وقت کی مساوات = ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ دونوں دیے ہوئے ہیں۔ ظاہری وقت معلوم کرو۔

جواب ۵ گھنٹے ۱۷ منٹ ۵۵ سکنڈ بعد ظہر۔

۲۔ اگر نمبر ۳ کو جب کہ وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی منفی قیمت یعنی ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ ہو ظاہری وقت ۱۰ گھنٹے ۳۸ منٹ ۵۱ سکنڈ قبل ظہر ہو تو اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب ۹ گھنٹے ۲۲ منٹ ۵۴ سکنڈ قبل ظہر۔

۳۔ سوالات (۱) اور (۲) میں ظاہری ظہر کا اوسط وقت معلوم کرو۔

جواب (۱) ۵ منٹ ۲۵ سکنڈ بعد ظہر۔

(۲) ۱۱ گھنٹے ۳۳ منٹ ۳۹ سکنڈ قبل ظہر۔

۴۔ نمبر ۳ کو دھوپ گھڑی، معمول گھڑی سے ۱۶ منٹ ۲۱ سکنڈ تیز ہے۔ اگر طلوع آفتاب کا وقت ۶ گھنٹے ۵ منٹ قبل ظہر معلوم ہو تو غروب آفتاب کا وقت معلوم کرو۔

جواب ۳ گھنٹے ۳۰ منٹ ۱۸ سکنڈ بعد ظہر۔

۵۔ یہ معلوم ہے کہ کسی خاص دن طلوع آفتاب ۶ گھنٹے ۲۴ منٹ قبل ظہر اور غروب

۳ گھنٹے ۳۳ منٹ بعد ظہر کو ہوا۔ اس سے وقت کی مساوات معلوم کرو۔

جواب ۱۶ منٹ ۳۰ سکنڈ۔

۶۔ سوال ۵ میں بتاؤ کہ صبح کا طول شام کے طول سے کتنا زیادہ ہے۔

جواب ۳۳ منٹ۔

مقامی وقت

۱۵۹۔ چونکہ زمین اپنے محور پر مغرب سے مشرق کی طرف یکساں رفتار سے حرکت کرتی ہے اس لیے ظاہر ہے کہ سطح زمین پر کوئی مقام جتنا زیادہ مشرق کی طرف واقع ہوگا، سورج مقام مذکور کے نصف النہار کو اتنا ہی جلدی عبور کریگا، اس لیے اس جگہ کا مقامی وقت زیادہ گزر چکا ہوگا۔

جس وقت کسی مقام پر ظہر کا وقت ہوتا ہے یعنی ۱۲ بجے ہیں اُس وقت مقام مذکور سے مشرق کی طرف ۱۵ فاصلہ کے مقام پر ۱ بجے (بعد ظہر) کا وقت ہوتا ہے، اور جو مقام ۱۵ کے فاصلہ پر مغرب کی طرف ہو وہاں ۱۱ بجے (قبل ظہر) کا وقت ہوتا ہے۔ کیونکہ

۳۰ گھنٹے ہوتے ہیں ۳۴ گھنٹوں میں

۱۵ " " " " ۱ گھنٹہ میں

دو مقامات ۱ اور ۲ کے طول بلد معلوم ہیں اور ان میں سے ایک مقام ۱ پر کا وقت بھی معلوم ہے، دوسرے مقام ۲ پر کا وقت معلوم کرو۔

قاعدہ۔ ان مقاموں کے جو طول بلد ہیں اُن کے جبریہ فرق کو ۱۵ پر تقسیم کرو اس سے مقامی وقتوں کا فرق حاصل ہوگا۔ اس فرق کو مقام ۱ پر کے وقت معلومہ میں سے تفریق کرو اگر مقام ۲، ۱ سے مغرب کی طرف ہو۔ اور جمع کرو اگر ۲، ۱ سے مشرق کی طرف ہو۔

مثال۔ جب ڈبلن (طول بلد ۶۰° ۲۰' غرب) کا وقت ۳ بجے شام ہو تو بتاؤ نیویارک (طول بلد ۷۴° ۲۰' غرب) میں کیا وقت ہوگا؟
یہاں طول بلدوں کا فرق = ۱۴° ۰۰' ۵۰
۱۵ پر تقسیم کرنے سے

ہر دو مقامات کے طول بلدوں کا فرق = ۳ گھنٹے ۱۳ منٹ ۲۰ سکنڈ

چونکہ نیویارک ڈبلن کے مغرب کی طرف ہے اس لیے وقت کم ہونا چاہیے۔ پس ۳ بجے شام میں سے یعنی ۱۵ گھنٹوں میں سے ۳ گھنٹے ۱۳ منٹ ۲۰ سکنڈ تفریق کرتے ہیں۔

گھنٹے	منٹ	سکنڈ
-------	-----	------

۱۵	۰	۰
۴	۳۱	۲۰

نیویارک کا وقت = ۱۰ ۲۸ ۴۰ قبل ظہر

اگر ایک طول بلد شرقی ہو اور دوسرا غربی ہو تو ان کا جبریہ فرق ان طول بلدوں کو جمع کرنے سے حاصل ہوگا۔

نوٹ - اسی طرح اگر دو مقاموں کے طول بلد معلوم ہوں اور ان میں سے ایک مقام پر کا کوکبی وقت معلوم ہو تو دوسرے مقام پر کا کوکبی وقت معلوم ہو سکتا ہے کیونکہ زمین اپنے محور کے گرد ۳۶۰° میں سے ۲۴ کوکبی گھنٹوں میں گھومتی ہے اور اس لیے ثابت ستاروں کے لحاظ سے ۱۵ ایک کوکبی گھنٹے کے مساوی ہوتے ہیں۔

اوسط وقت کی کسی دی ہوئی مدت کو کوکبی وقت میں

تحويل کرنا اور اس کا معکوس عمل

۱۶۰۔ ایک سال میں $\frac{1}{365}$ اوسط شمسی یوم ہوتے ہیں اور $\frac{1}{366}$ کوکبی یوم ہوتے ہیں کیونکہ طریق شمس پر سال بھر میں ایک گردش پوری کرنے کی وجہ سے سورج کی یومیہ گردشوں کی تعداد ثابت ستاروں کے مقابلہ میں ایک کم ہوتی ہے۔

∴ $\frac{1}{365}$ اوسط شمسی یوم = $\frac{1}{366}$ کوکبی یوم

اس لیے اگر اوسط وقت کی کوئی مدت م ہو اور کوکبی وقت کی متناظر مدت ک ہو تو

$\frac{1}{365} : \frac{1}{366} :: م : ک$

اگر م معلوم ہو تو اس تناسب سے ک کی قیمت نکال سکتی ہے۔ اور برعکس اس کے۔

مثالیں

۱۔ اوسط وقت کی مدت ۱۰ دن ۱۶ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲۳ سکنڈ کو کوکبی وقت میں بیان کرو۔

جواب ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳ سکنڈ

۲۔ کوکبی وقت کی مدت ۱۲ گھنٹے ۱۶ منٹ ۲۶ سکند کو اوسط وقت میں بیان کرو۔

جواب ۱۲ گھنٹے ۱۴ منٹ ۱۶ سکند۔

نوٹ۔ اوپر کے ضابطہ کی مدد سے ہم کسی آن پر کے اصلی اوسط وقت کو کوکبی وقت میں تحویل نہیں کر سکتے اور نہ اس کے برعکس کوکبی وقت کو اوسط وقت میں تحویل کر سکتے ہیں۔ ایسا کرنے کا طریقہ حسب ذیل ہے۔

کسی خاص آن میں گریجنگ کا کوکبی وقت معلوم ہے، آن مذکور میں اوسط وقت کی تعیین۔

۱۶۱۔ فرض کرو کہ ۱۰ ق نصف النہار کو تعبیر کرتا ہے، ۴۰ ق استوائی سماوی

ہے اور ط اوسط شمس ہے :-

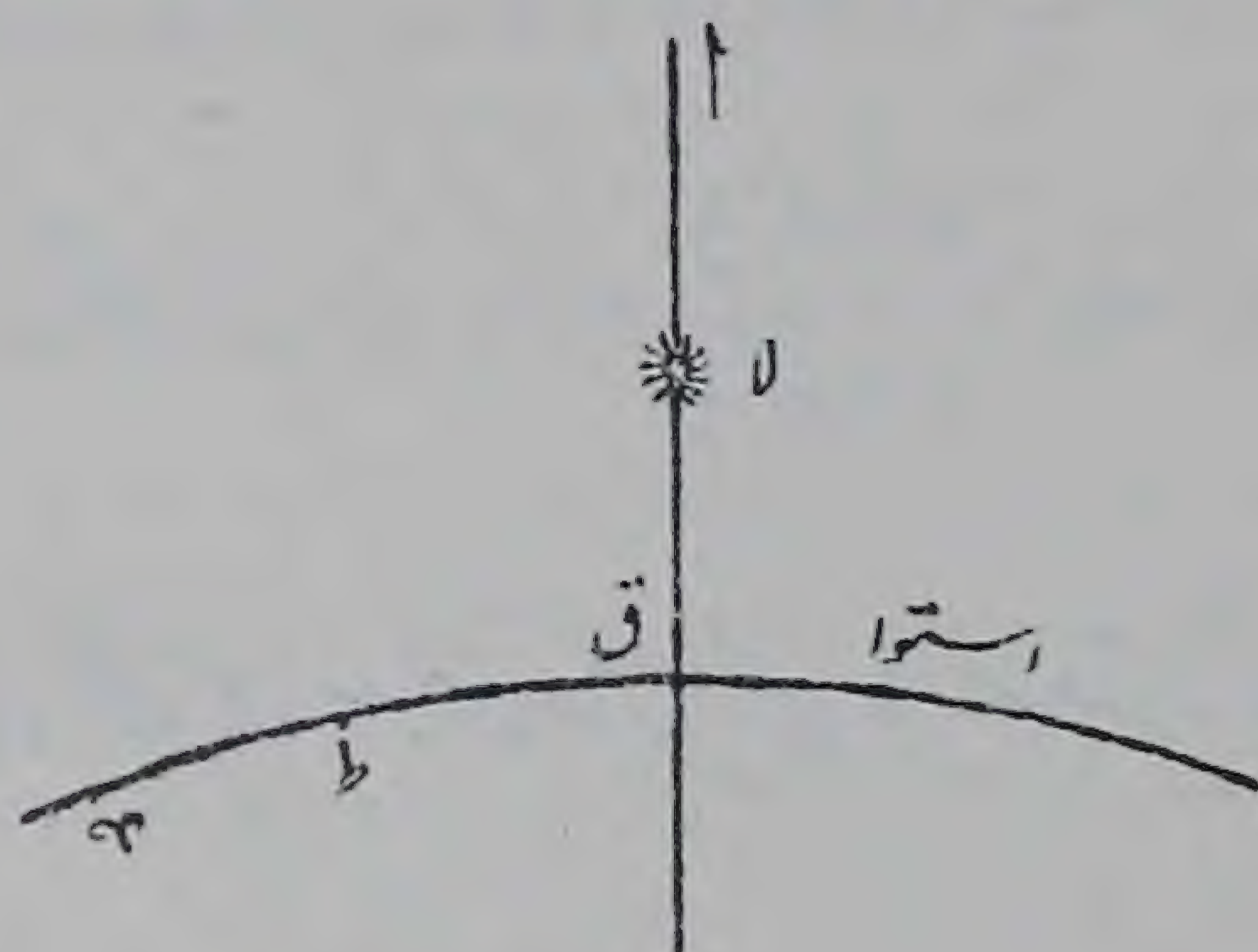
تب ۲ ق = کوکبی وقت (قوسی پیمائش کے لحاظ سے)

۳ ق = اوسط وقت (قوسی پیمائش کے لحاظ سے)

ط = اوسط شمس کا صعود مستقیم

۳ ق - ط = ۲ ق

لیکن



شکل ۶۷

اب فرض کرو کہ

ط = اوسط وقت کسی آن میں اوسط گھنٹوں کی رقموں میں

ک = تناظر کوکبی وقت، کوکبی گھنٹوں کی رقموں میں

ص = آن مذکور میں اوسط شمس کا صعود مستقیم کو کبی گھنٹوں کی رقموں میں
 اور ص = گری پنج پر اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم کو کبی گھنٹوں
 کی رقموں میں۔

اب

قوس ۱ ق = ۱۵ ط درجے کیونکہ اوسط شمس ایک اوسط گھنٹے میں ۱۵ ط کرتا ہے۔
 قوس ۲ ق = ۱۵ ک درجے، کیونکہ اس المحل ایک کو کبی گھنٹے میں ۱۵ ط کرتا ہے۔
 اور

قوس ۳ ط = ۱۵ ص درجے، کیونکہ صعود مستقیم کے ۱۵ ایک کو کبی گھنٹے کے مساوی ہوتے ہیں۔
 ۱۵ ط = ۱۵ ک - ۱۵ ص

ط = ک - ص

اوسط وقت (اوسط گھنٹوں میں) = اوسط وقت (کو کبی گھنٹوں میں)

- آن مذکور پر اوسط شمس کا صعود مستقیم (کو کبی گھنٹوں میں)

نیز آن مذکور پر کے کو کبی وقت اور گزشتہ اوسط ظہر کے کو کبی وقت کی درمیانی مدت
 = ک - ص کو کبی گھنٹے۔

لیکن ایک کو کبی گھنٹے میں ۱۵، ۲ ط کرتا ہے۔

۱: ایک کو کبی گھنٹے میں ط، ۱۵ × $\frac{۳۶۵ \frac{1}{۴}}{۳۶۶ \frac{1}{۴}}$ ط کرتا ہے۔

۲: ایک کو کبی گھنٹے میں ۲ یعنی اس المحل ط سے ۱۵ $\left(\frac{۳۶۵ \frac{1}{۴}}{۳۶۶ \frac{1}{۴}} - ۱ \right)$ آگے

بڑھ جاتا ہے

۳: (ک - ص) کو کبی گھنٹوں میں ۲ یعنی اس المحل ط سے ۱۵ (ک - ص)

$\left(\frac{۳۶۵ \frac{1}{۴}}{۳۶۶ \frac{1}{۴}} - ۱ \right)$ آگے بڑھ جاتا ہے۔

۴: ۱۵ ص = ۱۵ ص + ۱۵ (ک - ص) $\left(\frac{۳۶۵ \frac{1}{۴}}{۳۶۶ \frac{1}{۴}} - ۱ \right)$

$$\text{ص} = \text{ص} + (\text{ک} - \text{ص}) \left(\frac{\frac{365}{4} - 1}{\frac{365}{4}} \right)$$

یا

$$\text{ط} = \text{ک} - \text{ص}$$

لیکن

$$\text{ط} = \text{ک} - \text{ص} - (\text{ک} - \text{ص}) \left(\frac{\frac{365}{4} - 1}{\frac{365}{4}} \right)$$

∴

$$\text{ط} = (\text{ک} - \text{ص}) \frac{\frac{365}{4}}{\frac{365}{4} - 1}$$

یعنی

اس لیے کوکبی وقت کو کسی آن میں گری بنج کے اوسط وقت میں تحویل کرنے کے لیے ہمیں ذیل کا کلیہ حاصل ہوتا ہے :-

قاعدہ - دیے ہوئے کوکبی وقت میں سے ظہر کے وقت اوسط شمس

کے صعود مستقیم کو تفریق کرو اور جواب کو اوسط وقت میں تحویل کرو۔

بحری جہتڑی میں گری بنج پر ہر روز اوسط شمس کے وقت ظہر کا صعود مستقیم

درج ہوتا ہے۔ ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم صریحا وہی ہوتا ہے جو اوسط ظہر

کا کوکبی وقت ہوتا ہے۔

مثال - یہ دیا گیا ہے کہ کوکبی وقت = ۵ گھنٹے ۳۲ منٹ ۳۷ سکنڈ اور اوسط ظہر

کو اوسط شمس کا صعود مستقیم = ۷ گھنٹے ۳۷ منٹ ۳۲ سکنڈ۔ اوسط وقت معلوم کرو۔

گھنٹے منٹ سکنڈ

یہاں کوکبی وقت = ۵ (۲۲ گھنٹے) ۳۲ ۳۷

ظہر کے وقت شمس اوسط کا صعود مستقیم = ۷ ۳۷ ۳۲

∴ اوسط وقت = ۲۱ ۵۵ ۵

(کوکبی گھنٹوں، وغیرہ کی رقموں میں)

اس کو اوسط گھنٹوں، میں تحویل کرنے سے ہمیں اوسط وقت حاصل ہوتا ہے

یعنی ۲۱ گھنٹے ۵۵ منٹ ۳۷ سکنڈ یا ۹ گھنٹے ۵۵ منٹ ۳۷ سکنڈ قبل ظہر

کسی آن میں گری بنج کا اوسط وقت معلوم ہے، آن مذکور کے

کو کبی وقت کی تعیین کرو۔

حسب سابق عمل کرنے سے

$$۱۵ ک = ۱۵ ط + ۱۵ ص درجے$$

$$ک = ط + ص$$

یا کو کبی وقت (کو کبی گھنٹوں میں) = اوسط وقت (اوسط گھنٹوں میں) + آن مذکور
میں شمس اوسط کا صعود مستقیم (کو کبی گھنٹوں میں)

اب ۱ اوسط گھنٹہ میں ط، ۱۵ ط کرتا ہے

$$۱ اوسط گھنٹہ میں ۳۰، ۱۵ ط $\times \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}$ ط کرتا ہے$$

$$۱ اوسط گھنٹہ میں راس الحمل ط سے ۱۵ ط $\times \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}$ آگے بڑھ جاتا ہے۔$$

$$ط اوسط گھنٹوں میں راس الحمل ط سے ۱۵ ط $\times \left(1 - \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}\right)$ آگے بڑھ جاتا ہے۔$$

$$۱۵ ص = ۱۵ ط + ۱۵ ط $\times \left(1 - \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}\right)$$$

$$ص = ط + ط $\times \left(1 - \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}\right)$$$

$$ک = ط + ص$$

لیکن

$$ک = ط + ص + ط $\times \left(1 - \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}\right)$$$

اس کو لفظوں میں یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ :-

قاعدہ ۱۔ اوسط شمس کے وقت ظہر کے صعود مستقیم ص میں

(جو کو کبی گھنٹوں کی رقموں میں بیان ہو) ط $\times \left(1 - \frac{۳۶۶ \frac{1}{4}}{۳۶۵ \frac{1}{4}}\right)$ کو یعنی

کو کبی گھنٹوں کی رقوں میں اُس تبدیلی کو جو اس صعودِ مستقیم کے اندر ط
 اوسط شمسی گھنٹوں میں پیدا ہوئی ہے جمع کر دو۔ حاصل جمع کو کبی اکائیوں
 میں اوسط شمس کے صعودِ مستقیم کو تعبیر کرتا ہے۔ اگر ہم اس صحیحہ
 صعودِ مستقیم میں (جو کو کبی اکائیوں میں بیان ہو) اوسط وقت کو (جو
 اوسط اکائیوں میں بیان ہو) جمع کریں تو ہمیں اُن منہ کو بر کو کبی وقت
 (کو کبی اکائیوں میں) حاصل ہوگا۔

اس کلیہ کو حسبِ ذیل طریقہ سے مختصر بھی کر سکتے ہیں:-
 ضابطہ

$$ک = ط + ص + ط \left(1 - \frac{344 \frac{1}{2}}{345 \frac{1}{2}} \right)$$

بعد از اختصار $ک = ط + \frac{344 \frac{1}{2}}{345 \frac{1}{2}} \times ط + ص$ ہو جاتا ہے۔

پس کلیہ مذکورہ بالا اس طرح لکھا جاسکتا ہے:-

قاعدہ ۲۔ اوسط وقت کو کبی اکائیوں میں تحویل کرو اور
 جواب کو اوسط شمس کے وقتِ ظہر کے صعودِ مستقیم میں (جو کو کبی
 اکائیوں کی رقوں میں بیان ہو) جمع کر دو۔ حاصل جمع (کو کبی اکائیوں
 میں) مطلوبہ کو کبی وقت ہوگا۔

مثال۔ یہ دیا ہوا ہے کہ بوقتِ اوسط ظہر جب اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۱۶ گھنٹے
 ۳۲ منٹ ۹ سکند ہو تو اوسط وقت ۳ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵۰ سکند بعدِ ظہر ہے۔ کو کبی وقت
 معلوم کرو۔

پہلا طریقہ کلیہ اوّل کے مطابق

کو کبی وقت = اوسط وقت + اوسط شمس کا صعودِ مستقیم

گھنٹے منٹ سکند

یہاں دوپہر کو اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۱۶ ۳۲ ۹
۳ گھنٹے ۲۰ منٹ ۵۰ سکند میں تبدیلی =

۳۳

۱۶ ۳۲ ۴۳

۵۰ ۲۰ ۳ =

۱۹ ۵۳ ۳۲ =

اوسط وقت

۱۶ کوکبی وقت

دوسرا طریقہ کلیہ روم کی رو سے

اوسط وقت

۵۰ ۲۰ ۳ =

۲۳ ۲۱ ۳ =

۹ ۳۲ ۱۶ =

۱۹ ۵۳ ۳۲ =

اوسط وقت بعد تحویل کوکبی اکائیوں میں

اوسط شمس کا صعودِ مستقیم بوقتِ ظہر

۱۶ کوکبی وقت

کسی نصف النہار (ضروری نہیں کہ یہ نصف النہار گری بنج کا نصف النہار ہو) کے کوکبی وقت کی اوسط شمسی وقت میں تبدیلی اور اس کا برعکس عمل۔

۱۶۴۔ چونکہ بحری جنتری میں اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم صرف گری بنج کے لیے مندرج ہوتا ہے اس لیے کسی اور نصف النہار کے لیے ہمیں حسب ذیل عمل کرنا پڑیگا۔

قاعدہ - دیے ہوئے وقت کو خواہ وہ کوکبی ہو یا اوسط شمسی گری بنج کے وقت میں (حسب دفعہ ۱۵۹) تحویل کرو۔ پھر اوسط شمس کے وقتِ ظہر کا صعودِ مستقیم معلوم کر کے گری بنج کا کوکبی وقت بموجب طریقہ مصرحہ بالا اوسط شمسی وقت میں تحویل کیا جاسکتا ہے یا اس کے برعکس عمل ہو سکتا ہے اور نتیجہ مکرر دیے ہوئے مقام کے نصف النہار کے لحاظ سے تحویل کیا جاتا ہے۔

مثال - اگر ۱۲ بجے ظہر کو گری بنج میں اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۱۰ گھنٹے ہو تو معلوم کرو کہ ۹۰ مغرب طول بلد کے ایک مقام پر معمولی گھڑی میں اسی دن کیا وقت ہوگا

جب کہ پہلی گھڑی میں ۱۴ گھنٹے کا وقت ہو۔ (ٹرنیٹی کالج ڈبلن ہلاری ۱۸۹۳ء)

یہاں مقامی کوکبی وقت = ۱۴ کوکبی گھنٹے

∴ گری نج کا کوکبی وقت = ۱۴ + $\frac{60}{15}$ = ۱۸ کوکبی گھنٹے

لیکن اوسط وقت = کوکبی وقت - اوسط شمس کا صعود مستقیم

$$= ۱۸ - ۱۰ = ۸ \text{ کوکبی گھنٹے}$$

لیکن ۸ کوکبی گھنٹے = ۴ گھنٹے ۵۸ منٹ ۱۴ سکنڈ اوسط وقت (دفعہ ۱۶۰)

∴ گری نج کا اوسط وقت = ۴ گھنٹے ۵۸ منٹ ۱۴ سکنڈ بعد ظہر

لیکن گری نج اور مقامی اوسط وقتوں کا فرق = ۴ اوسط شمسی گھنٹے

∴ مقامی اوسط وقت = ۳ گھنٹے ۵۸ منٹ ۱۴ سکنڈ بعد ظہر۔

یہ معلوم کرنا کہ کوئی ستارہ نصف النہار کو کس وقت عبور کرے گا

۱۶۴۷ - فرض کرو کہ لا نصف النہار ۱ ق پر ایک ستارہ کو تعبیر کرتا ہے۔

(ملاحظہ ہو شکل ۷۷) - اور ط اوسط شمس ہے۔ اس لیے

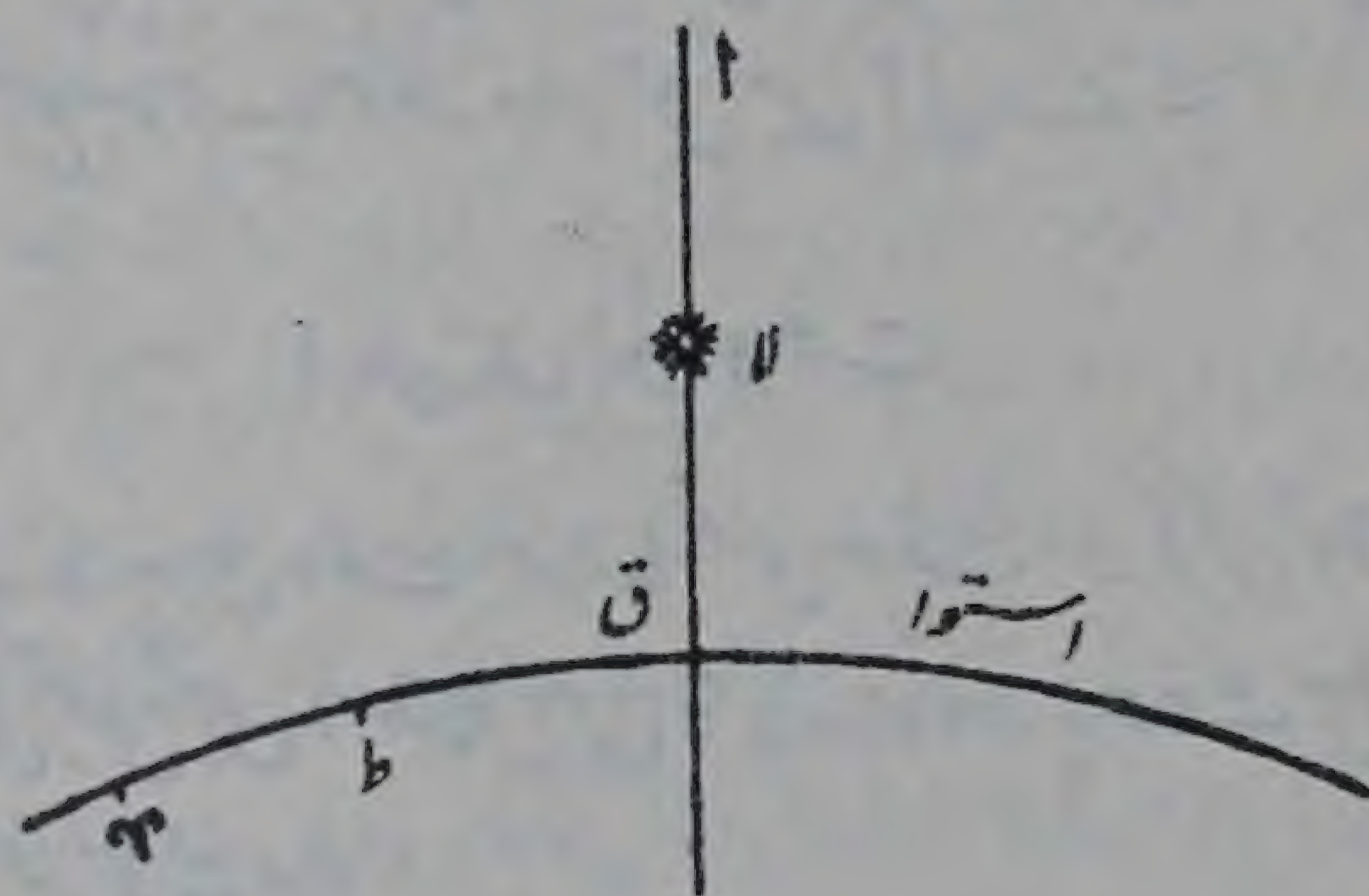
۱ ق = ستارہ کا صعود مستقیم

۲ ط = اوسط شمس کا صعود مستقیم

۳ ق = ستارہ کے مرور کا اوسط وقت (قوس میں)

$$۳ ق - ۲ ط$$

لیکن



شکل ۷۷

اس لیے ہمیں ذیل کی مساوات حاصل ہوتی ہے جس میں سب مقادیر قوس میں بیان کی گئی ہیں :-

مرور کا اوسط وقت = ستارہ کا صعودِ مستقیم - اوسط شمس کا صعودِ مستقیم
مثال - بتاؤ کہ ستارہ (عہ) عقاب کس وقت گری بنج کے نصف النہار کو عبور کریگا؟ یہ معلوم ہے کہ ستارہ کا صعودِ مستقیم ۱۹ گھنٹے ۳۳ منٹ ۵۱ سکند ہے اور گری بنج پر اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ۶ گھنٹے ۴ منٹ ۲۰ سکند ہے۔

گھنٹے منٹ سکند

ستارہ کا صعودِ مستقیم = ۱۹ ۳۳ ۵۱

اوسط شمس کا صعودِ مستقیم = ۰ ۴ ۲۰

∴ مرور کا اوسط وقت = ۱۹ ۳۴ ۱۱ (کوئی اکائیوں میں)

۱۹ گھنٹے ۳۴ منٹ ۱۱ سکند کو اوسط وقت میں تحویل کرنے سے (بموجب دفعہ ۱۶۰)

گھنٹے منٹ سکند

مرور کا اوسط وقت = ۱۹ ۳۳ ۵۸ (بعد اوسط دوپہر)

= ۰ ۳۳ ۵۸ (قبل دوپہر)

نوٹ - جب مرور گری بنج کے نصف النہار پر واقع نہ ہو بلکہ کسی اور نصف النہار پر واقع ہو تو گری بنج اور موخر الذکر مقام کے طول بلدوں کے تفاوت کے لحاظ سے اوسط شمس کے مقام میں جو تبدیلی ہوتی ہے اس کے لیے مناسب تصحیح کرنی چاہیے۔ یہ تصحیح بموجب دفعہ ۱۶۲ عمل میں آتی ہے۔

اعتدالی وقت

۱۶۴ - ظاہری وقت، اوسط شمسی وقت اور کوئی وقت کے علاوہ ایک اور قسم کا وقت بھی کبھی کبھی استعمال میں آتا ہے اور یہ وقت سطح زمین پر مشاہدہ کنندہ کے مقام کے غیر تابع ہے۔

کسی آن پر اعتدالی وقت سے وہ مدت مراد ہوتی ہے جو گزشتہ اعتدالی ربیع سے آن مذکور تک گزری ہو اور جو شمسی دن، گھنٹوں وغیرہ میں ناپی جائے۔

تقویم

۱۶۵۔ دیوانی سال میں ایام کی ایک صحیح تعداد ہوتی ہے یعنی ۳۶۵۔ لیکن سورج کو طریق شمس پر ایک پوری حرکت کی تکمیل میں تقریباً ۳۶۵ یوم گنتے ہیں۔ ایک اعتدال ربیع سے بعد کے اعتدال ربیع تک کی ٹھیک مدت ۳۶۵ یوم ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۵ سکنڈ ہے۔ اس مدت کو شمسی سال کہتے ہیں۔ کوکبی سال یعنی وہ مدت جو سورج کو ثابت ستاروں کے لحاظ سے اُسی مقام پر آنے میں صرف ہوتی ہے وہ بوجہ اعتدالوں کے استقبال کے شمسی سال سے قدرے زیادہ ہوتی ہے۔

نظاہر ہے کہ دیوانی سال کو ۳۶۵ یوم کے مساوی لینے سے بمقابلہ سال شمسی کے ۵ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۵ سکنڈ کی خطا واقع ہوتی ہے جو چار سال میں ۲۳ گھنٹے ۱۵ منٹ ۲ سکنڈ یعنی تقریباً ایک یوم کے مساوی ہو جاتی ہے۔ اگر اس خطا کی تصحیح نہ کی جائے تو صریحاً اس کا یہ نتیجہ ہوگا کہ اعتدالوں اور انقلابوں کی تاریخیں ہر چار سال کی مدت میں ایک یوم بعد واقع ہونگی۔

۱۶۶۔ دیوانی سال کے طول کو شمسی سال کے طول کے قریب لانے کے متعلق پہلی باقاعدہ کوشش جولیس سیزر کے عہد میں عمل میں آئی اور یہ طے کیا گیا کہ ہر چوتھے سال میں ایک دن ایزاد کر دیا جائے یعنی چوتھے سال میں ۳۶۶ یوم ہو کر اس قسم کے سال کو لیب سال کہتے ہیں۔ اور جو سنیں کہ ۴ پر پورے تقسیم ہو جاتے ہیں ان کو لیب سال مانا گیا ہے مثلاً ۱۸۸۸ء ۱۸۹۲ء وغیرہ۔

اس بنا پر جو تقویم تیار کی گئی ہے اُسے تقویم رومی کہتے ہیں۔

تقویم رومی کی رُو سے چار سال میں ایک یوم کی تصحیح کر لی جاتی ہے لیکن ایک یوم یعنی ۲۴ گھنٹے، ۲۳ گھنٹے ۵۱ منٹ ۲ سکنڈ سے بقدر تقریباً ۴۵ منٹ کے زیادہ ہے۔ اس لیے لیب سال کی بنا پر تصحیح کرنے سے ایک اور مقابلہ چھوٹی خطا جو ۴ سال میں ۴۵ منٹ کے یا بالواسطہ ۱۱ منٹ فی سال کے مساوی ہے پیدا ہوتی ہے۔ یہ خطا ۴۴ سال میں تقریباً ۳ دن کے مساوی ہو جاتی ہے۔

بناءً علیہ تقویم رومی میں پاپائے غریغوری (۱۳) نے ۱۵۸۲ء میں مزید تصحیح کی جس کو تصحیح غریغوری کہتے ہیں، اس کی رُوس سے ہر سہ ماہی جو محض ۱۰۰ کا ضعف ہو مثلاً ۱۴۰۰، ۱۸۰۰، ۱۹۰۰ اور جو تقویم رومی کے مطابق لیپ سال ہوتا ہے، معمولی سنہ تصور کیا جاتا ہے لیکن وہ سنہ جو ۱۰۰ پر پورا تقسیم ہو جائے مثلاً ۲۰۰۰، ۲۴۰۰ وغیرہ وغیرہ، لیپ سال شمار کیا جاتا ہے۔ ظاہر ہے کہ اس طریقہء عمل سے ۱۰۰ سال میں ۳ دن کی مندرجہ بالا غلطی کا اسناد ہو جاتا ہے۔

تصحیح غریغوری کے نفاذ کے بعد بھی نہایت خفیف سی خطا موجود رہتی ہے لیکن یہ اس قدر چھوٹی ہے کہ ۲۰ ہزار سال میں ایک دن سے تجاوز نہیں کرتی۔ غریغوری کی تصحیح انگلستان میں ۱۷۵۲ء سے قبل تسلیم نہیں کی گئی۔ اس وقت مرمہ تقویم کے لحاظ سے مجموعی خطا ۱۱ یوم تک پہنچ چکی تھی۔ اس لیے اس سال ۱۱ یوم چھوڑ کر ۲ ستمبر کو ۱۳ ستمبر محسوب کر لیا گیا۔

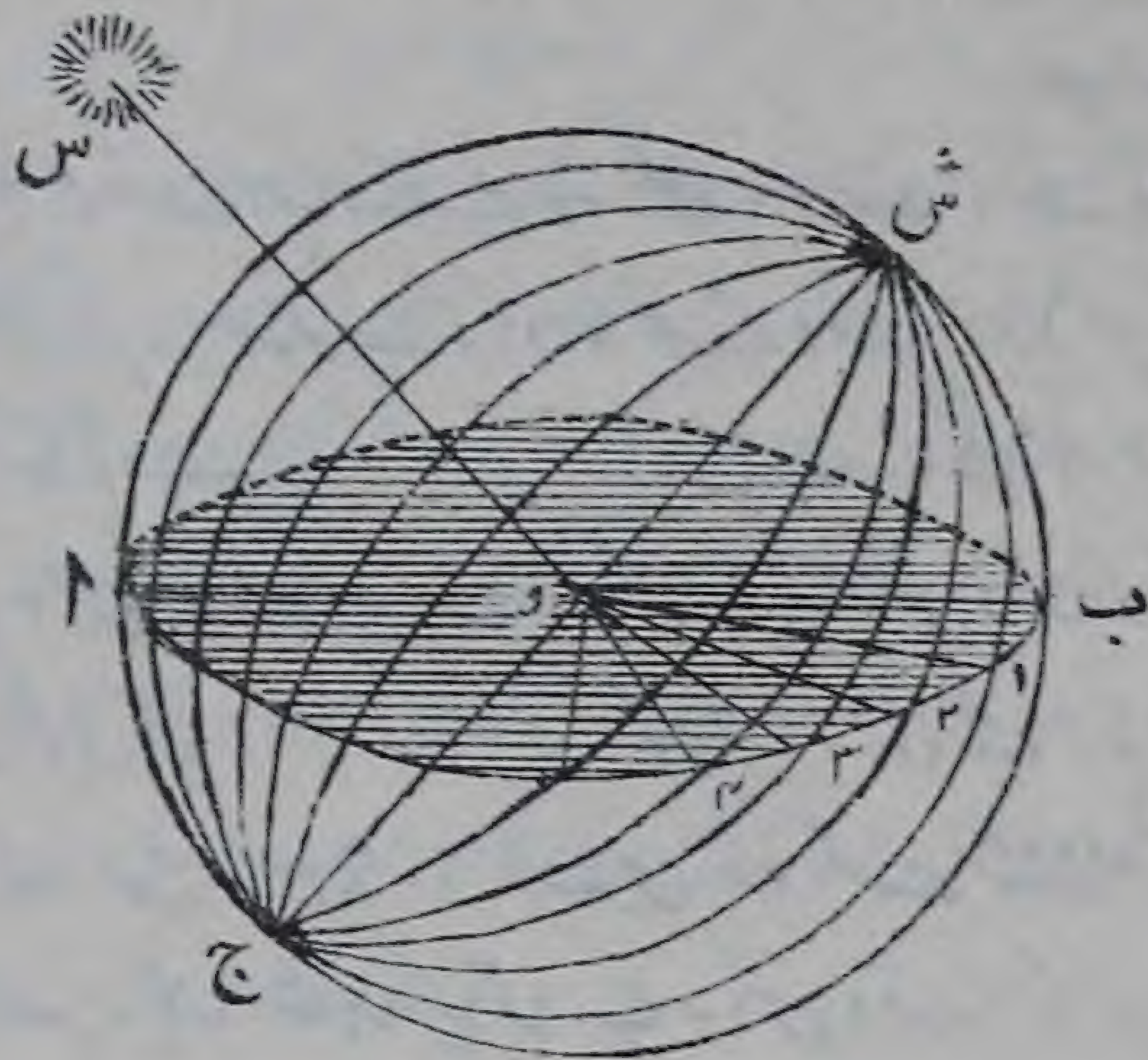
روس میں ابھی تک تقویم رومی ہی رائج ہے اور وہاں کی تاریخیں باقی یورپ کی تاریخوں سے ۱۳ یوم پیچھے ہیں۔

دھوپ گھڑی

۱۶۶ - دھوپ گھڑی میں ظاہری وقت دھات کی ایک ایسی سلاخ کے سایہ سے معلوم ہوتا ہے جو افقی سطح مستوی پر گڑی ہوتی ہے۔ اس سلاخ کو دھوپ گھڑی کا عقرب یا ہیل کہتے ہیں۔ اس میل کا رخ قطب سماوی کی طرف ہوتا ہے۔ اس لیے یہ افقی ڈائل کے ساتھ اس مقام کے عرض بلد کے مساوی زاویہ بناتا ہے۔

جس اصول پر دھوپ گھڑی بنائی گئی ہے وہ بطریق ذیل آسانی سے سمجھ میں آسکتا ہے:- فرض کرو کہ مشاہدہ کنندہ کرہ کے مرکز و پر کھڑا ہے (شکل ۷۸) اور روش قطب سماوی کی سمت ہے۔ اب اگر مش اور ج میں سے ۱۲ متساوی الفصل کبیر دائرے کھینچے جائیں تو سورج اس اپنی یومیہ گردش میں ہر گھنٹے کے اختتام پر ان دائروں میں سے ایک نہ ایک کی

سطح مستوی میں ہوگا اور چونکہ میل و ش کی سمت میں ایستادہ کی گئی ہے



شکل ۷۸

اس لیے اس کا سایہ ہر گھنٹہ کے بعد عددوں ۱، ۲، ۳، وغیرہ، پر جو افقی دائرہ ۱ ب کے ساتھ ساعتی دائروں کے نقاط تقاطع کو تعبیر کرتے ہیں منطبق ہوگا۔ اس لیے افقی دھوپ گھڑی کی درجہ بندی ان نقاط تقاطع کے درمیانی فاصلوں کے متناسب فاصلوں پر کی جاتی ہے۔ لہذا ڈائل پر کے یہ نشانات جو گھنٹوں کو تعبیر کرتے ہیں وہ عام طور پر ایک دوسرے سے مساوی فاصلوں پر نہیں ہوتے کیونکہ یہ مساوی الفصل اس صورت میں ہوتے جب کہ ۱ ب کی سطح مستوی ش ج پر عمود وار ہوتی۔ مگر قطب سماوی ش پر کے ۲۴ ساعتی زاویے سب کے سب باہم مساوی ہوتے ہیں۔

بعض دھوپ گھڑیاں اس طرح بنائی جاتی ہیں کہ ان کے ڈائل بجائے افقی ہونے کے انتصابی ہوتے ہیں۔ اس صورت میں درجہ بندیاں ایک انتصابی دائرے کے نقاط تقاطع کے مطابق ہوتی ہیں جس کا مرکز و ہوتا ہے اور ساعتی زاویے ش اور ج میں سے گزرتے ہیں۔

مثالیں

۱۔ طلوع و غروب شمس کے اوقات یکم نومبر کو بالترتیب ۶ گھنٹے ۵۶ منٹ اور

۳ گھنٹے ۳۲ منٹ ہیں۔ وقت کی مساوات کی تقریبی قیمت معلوم کرو۔

جواب - ۱۶ منٹ

۲۔ گری بنج کے نصف النہار کے لیے ۲۲ گھنٹے ۲۶ منٹ اسکند کو کبھی وقت کو اوسط شمسی وقت میں تحویل کرو، معلوم ہے کہ اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم ۲۳ گھنٹے ۳ منٹ ۱۷ اسکند ہے۔
جواب ۲ گھنٹے ۲۱ منٹ ۲۱ اسکند

۳۔ سوال ۲ میں ۲ گھنٹے ۲۶ منٹ ۱۲ اسکند اوسط شمسی وقت کو اسی نصف النہار کے لیے کو کبھی وقت میں تحویل کرو۔
جواب ۲۰ گھنٹے ۳۰ منٹ ۵۳ اسکند

۴۔ نیویارک طول بلد ۴۰° ۱۰' غرب میں ۲۵ اگست ۱۸۹۳ء کو ۶ گھنٹے ۳ منٹ ۳۰ اسکند اوسط شمسی وقت پر ایک شاہدہ کیا گیا ہے۔ اُس وقت کا کو کبھی وقت معلوم کرو جب کہ بحری جہت کی رو سے یہ معلوم ہے کہ تاریخ مذکور پر گری بنج میں اوسط شمس کا کو کبھی وقت (ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم) ۱۰ گھنٹے ۱۵ منٹ ۵۳ اسکند ہے۔
جواب ۱۶ گھنٹے ۲۰ منٹ ۳۶ اسکند

۵۔ مرتخ اپنے محور کے گرد ۲۴ گھنٹے ۳۷ منٹ میں ایک چکر لگاتا ہے اور سورج کے گرد ۶۸۶ یوم میں۔ بتاؤ کہ مرتخ پر اوسط شمسی یوم کو کبھی یوم سے کتنا زیادہ ہوتا ہے؟

جواب ۲ منٹ ۹ اسکند

۶۔ ۲۵ نومبر ۱۸۹۳ء کو حقیقی ظہر کے وقت شمس حقیقی کا صعود مستقیم معلوم کرو جب کہ ۱۸۹۳ء کی بحری جہت کی رو سے یہ معلوم ہے کہ

۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت، وقت کی مساوات = ۱۲ منٹ ۲۵ اسکند

۲ ستمبر کو اوسط شمس کا کو کبھی وقت = ۱۰ گھنٹے ۴۷ منٹ ۲۶ اسکند

یہاں ۲ ستمبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم = ۱۰ گھنٹے ۴۷ منٹ ۲۶ اسکند

لیکن ۲ ستمبر سے ۲۵ نومبر تک صعود مستقیم میں اضافہ

$$= \frac{۸۴}{۳۶۵ \frac{۱}{۴}} \times ۲۴ = ۵ \text{ گھنٹے } ۳۱ \text{ منٹ } ۱۰ \text{ اسکند}$$

∴ ۲۵ نومبر کو اوسط ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۶ اسکند

لیکن ۱۲ منٹ ۲۵ اسکند میں صعود مستقیم کی تبدیلی = ۲ اسکند

حقیقی ظہر کے وقت اوسط شمس کا صعود مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۴ سکنڈ

لیکن شمس حقیقی کا صعود مستقیم شمس اوسط کا صعود مستقیم = وقت کی مساوات

شمس حقیقی کا صعود مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۱۸ منٹ ۳۴ سکنڈ = ۱۲ منٹ ۲۴ سکنڈ

حقیقی ظہر کے وقت شمس حقیقی کا صعود مستقیم = ۱۶ گھنٹے ۶ منٹ ۱۰ سکنڈ

۷۔ (۱) طریق شمس کے میلان کی بنا پر وقت کی مساوات کی بڑی سے بڑی قیمت

۱۰ منٹ ہے اور مدار ارض کے خروج المرکز کی بنا پر اس کی بڑی سے بڑی قیمت ۱۵ منٹ ہے۔ ثابت کرو کہ وقت کی مساوات سال بھر میں چار مرتبہ معدوم ہو جاتی ہے۔

(۲) اگر ان بڑی سے بڑی قیمتوں کو الٹ دیا جائے تو یہ سال بھر میں کتنی مرتبہ معدوم

ہو جائیگی؟ جواب (۱) دیکھو دفعہ ۱۵۶

(۲) دو مرتبہ

۸۔ جب مدراس طول بلد ۸۰° ۱۴' ۱۹" شرق میں ۶ ستمبر ۱۸۹۳ء کو ظاہری وقت

۸ بجے شام ہو تو بتاؤ کہ مدراس میں اس وقت اوسط شمسی وقت کیا ہوگا۔ ۱۸۹۳ء کی ”بحری جنتری“ سے یہ معلوم ہے کہ

گدی پنج پر، بوقت اوسط ظہر

۶ ستمبر کو وقت کی مساوات = ۱ منٹ ۵۲ سکنڈ

۷ ستمبر کو وقت کی مساوات = ۲ منٹ ۳۲ سکنڈ

جواب ۷ گھنٹے ۵۸ منٹ ۵۴ سکنڈ

۹۔ ڈبلن کا طول بلد ۶° ۳۰' غرب ہے اور پیرس کا ۲° ۲۰' شرق۔ بتاؤ کہ

جب ڈبلن میں ۳۰۔ ۱۱ بجے قبل ظہر کا وقت ہوگا تو پیرس میں کیا وقت ہوگا۔

جواب ۱۲ گھنٹے ۶ منٹ

۱۰۔ پلکوا (Pulkowa) کا طول بلد ۳۰° ۱۹' شرق ہے اور نیویارک کا

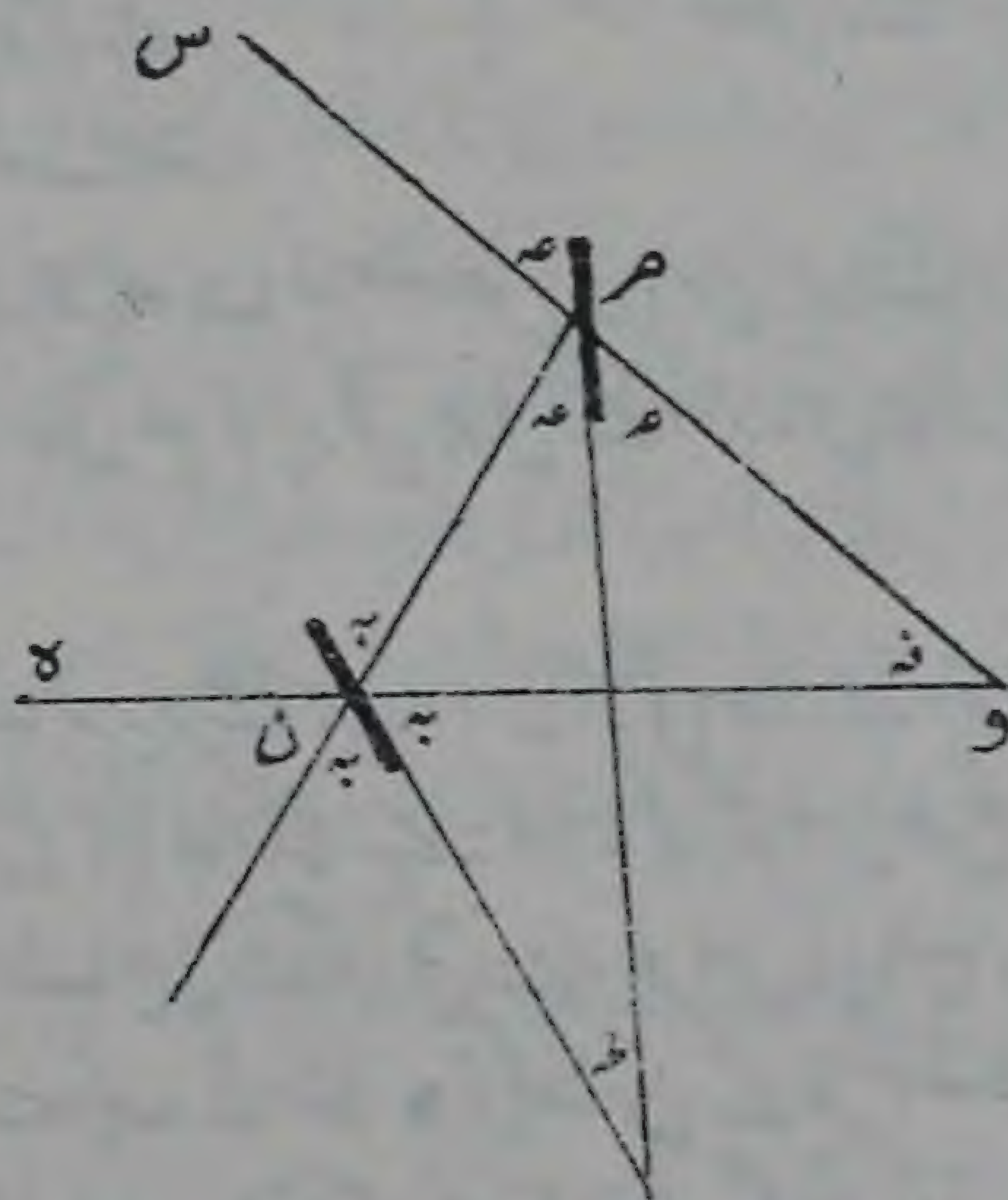
۴۴° ۱' غرب ہے۔ جب پلکوا میں ۳۰۔ ۳ بجے شام کا وقت ہو تو بتاؤ کہ نیویارک میں کیا

وقت ہوگا۔ جواب ۸ گھنٹے ۳۲ منٹ ۳۴ سکنڈ صبح

ہیں پہلے نمائندہ آئینہ سے اور پھر آئینہ اُفق سے یعنی فی الجملہ خطوط م س م ن ط کی سمت میں۔ م اور ۵ کے خیالوں کے منطبق ہو جانے کے بعد ساق ک م کو جڑ دیا جاتا ہے اور ک پر کے ایک کسر پیمائی کی مدد سے قوس ۱ ک کو پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس قراءت کا دوچند اشیا کے مطلوبہ زاویہ کی فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے۔ عام طور پر نصف درجوں کو پورے درجے سمجھ کر ان کی درجہ بندی کی ہوتی ہے، اس صورت میں کسر پیمائی کی قراءت ہی سے (اس کو دگنا کیے بغیر) مطلوبہ فاصلہ فوراً معلوم ہو جاتا ہے۔

قوس ۱ ک (شکل ۷۹) صریحاً آئینوں کے درمیانی زاویہ کا ناپ ہے کیونکہ یہ قوس ۱ م اور م پر کے آئینہ کے درمیانی زاویہ کو تعبیر کرتی ہے اور ۱ م، ن پر کے آئینے کے متوازی ہے۔

۱۷۱۔ ہیڈ لے کا آئینہ جس اصول پر بنایا گیا ہے وہ یہ ہے کہ دو دور دور کے اجسام مثلاً م اور ۵ کا درمیانی فاصلہ اُس وقت جب کہ م کا خیال دُہرے انعکاس کے بعد ۵ کے خیال پر منطبق ہو جائے آئینوں کی سطوح مستوی کے درمیانی زاویہ کا دوچند ہوتا ہے۔ یہ امر حسب ذیل طریق پر ثابت ہو سکتا ہے:- شعاع م س م (شکل ۸۰) آئینہ م سے سمت م ن میں اس طرح منعکس ہوتی ہے کہ



شکل ۸۰

شعاع واقع اور شعاع منعکس م کے ساتھ مساوی زاویے بناتی ہیں۔ فرض کرو کہ ان زاویوں میں سے ہر ایک زاویہ ع کے مساوی ہے۔ نیز شعاع م ن آئینہ افق سے وہ کی سمت میں منعکس ہوتی ہے (کیونکہ دونوں خیال منطبق ہیں)۔ فرض کرو کہ آئینہ ن کے ساتھ جو زاویے بنتے ہیں ان میں سے ہر ایک زاویہ ب ہے۔ اب (اقلیدس م ۱۲ کی رو سے)

خارجی زاویہ ۲ ب = ۲ ع + فہ (شکل ۸۷)

$$\therefore \text{فہ} = ۲ ب - ۲ ع = ۲ (ب - ع)$$

اسی وجہ سے

$$ب = ع + طہ$$

$$\therefore طہ = ب - ع$$

$$\therefore \text{فہ} = ۲ طہ$$

لیکن فہ مقام و سے مشاہدہ کرنے پر س اور ۵ کا زاویہ فاصلہ ہے اور طہ آئینوں کی سطحوں کا درمیانی زاویہ ہے۔ پس نتیجہ مطلوب ثابت ہوا۔

۱۷۲۔ ہیڈلے کا سُدس خاص طور پر سورج کے ارتفاع کو ناپنے میں

کام آتا ہے۔ مشاہدہ کنندہ آلہ کو انتصاباً رکھتا ہے اور آئینہ افق کے غیر مفضض حصہ میں سے افق کے اُس حصہ کو مشاہدہ کرتا ہے جو سورج کے عین نیچے ہے، اب وہ متحرک ساق کو اور بناء علیہ اس کے ساتھ ٹائندہ آئینہ کو پھراتا ہے حتیٰ کہ سورج کے خیال کا بچلا کنارہ افق سے عین مَس کرتا ہے۔ اس محل میں کسر پیمائی قراءت سے انعطاف، افق کے انخفاض اور دیگر خطاؤں کی تصحیح کر لینے کے بعد سورج کے نیچے حصہ کا ارتفاع تعبیر ہوتا ہے۔ اب سورج کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے اس قراءت میں سورج کے نصف قطر کو جمع کرنا پڑیگا۔

اس آلہ کو سُدس اس لیے کہتے ہیں کہ قوس اب بالعموم ۹۰ کے مساوی

ہوتی ہے۔ لہذا اس آلہ سے ۱۲۰ تک کے سب زاویہ فاصلے ناپے جاسکتے ہیں۔

وقت پیمائی

۱۷۳۔ ہر جہاز میں ایک یا زیادہ گھڑیاں ہوتی ہیں جو غایت درجہ صحت کے ساتھ

بنائی ہوئی ہوتی ہیں۔ ان گھڑیوں کو وقت پیمہ کہتے ہیں۔ ان کو بندرگاہ سے روانہ ہوتے وقت گری بنج کے وقت کے ساتھ ملا لیا جاتا ہے۔ چونکہ دوران سیاحت میں گری بنج کے وقت کا معلوم ہونا بدرجہ اتم ضروری ہے اس لیے یہ نہایت لازمی ہے کہ ان وقت پیموں کی رفتار حتی الامکان یکساں رہے۔ اس کی ضرورت نہیں کہ ان کا وقت ہمیشہ صحیح ہو لیکن یہ نہایت ضروری ہے کہ روز بروز ان کی تیزی یا سستی بالکل یکساں رہے تاکہ اس 'شرح' کے معلوم ہونے پر وقت پیمہ کو درست کرنے کے وقت سے مجموعی خطا کا لحاظ کرتے ہوئے ٹھیک گری بنج کا وقت معلوم ہو سکے۔

۱۷۴۔ وقت پیمہ معمولی گھڑیوں سے دو امور میں اختلاف رکھتے ہیں :-

(۱) میزان کی چرخ کی خاص ساخت کے لحاظ سے جو اس طرح بنائی جاتی ہے کہ تیش کی تبدیلی کا اس پر اثر نہیں ہوتا (۲) "منفک منتظم کے لحاظ سے" اگر میزان کی چرخ دھات کے ایک ہی ٹکڑے سے بنا ہوا مکمل دائرہ ہو تو ظاہر ہے کہ تیش کے اضافہ سے یہ پھیل جائیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اہتزاز کی مدت بڑھ جائیگی اور گھڑی سست ہو جائیگی۔ اس امر کے انسداد کے لیے چرخ کا محیط مسلسل ہونے کی بجائے تین ایسے جدا جدا قوسوں پر مشتمل ہوتا ہے جن میں ہر ایک قوس کا بیرونی حصہ پتیل اور اندرونی حصہ فولاد کا بنا ہوتا ہے۔ جب تیش بڑھتی ہے تو پتیل فولاد کی نسبت زیادہ پھیلتا ہے اور اپنی قوس کے سروں کو اندر کی طرف مرکز کی سمت میں دباتا ہے۔ نیز تیش کی وجہ سے قوس کے اترے بھی پھیلتے ہیں۔ اور قوس کے سروں کو باہر کی طرف ڈھکیلتے ہیں اس طرح سے قوس اور اترے کا پھیلاؤ ایک دوسرے کی تردید کرتا ہے۔ علاوہ ازیں ہر ایک قوس میں چھوٹے چھوٹے پیچ لگے ہوتے ہیں تاکہ ان کے وزن سے قوس حسب ضرورت ٹھیک وضع میں رکھی جاسکے۔ منفک منتظم میں اس قسم کا انتظام ہوتا ہے کہ حرکت کو جاری رکھنے والی بڑی کمافی کا عمل اہتزاز کے ایک خاص حصہ تک معطل رہتا ہے اور میزان کی چرخ کی مساوی الوقت حرکت میں بیرونی اثرات مداخلت نہیں ہو سکتے۔

سمندر میں عرض بلد کی تخمین نصف النہاری مشاہدات

۱۷۵۔ پہلا طریقہ۔ سمندر میں جہاز کے مقام کا عرض بلد سدس کے ذریعے

سُورج کے نصف النہاری ارتفاع کی پیمائش کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے۔ مشاہدات ظاہری ظہر سے کچھ دیر قبل شروع کیے جاتے ہیں اور ارتفاع مذکور بار بار ناپا جاتا ہے حتیٰ کہ اس کا بڑھنا موقوف ہو جاتا ہے اس طرح بڑے سے بڑا یعنی نصف النہاری ارتفاع معلوم ہو جاتا ہے۔ نیز ہر روز کے لیے گری بنج میں ظہر کے وقت سورج کا میل اور فی گھنٹہ اس کی تبدیلی کی شرح "بحری جنتری" میں مندرج ہوتے ہیں۔ جہاز کے وقت پیمائش گری بنج کا وقت معلوم کراتے ہیں۔ پس گری بنج کے ظہر اور مقامی ظہر کے درمیانی وقفہ کے لحاظ سے سورج کے میل کی تبدیلی دریافت کر لی جاتی ہے اور پھر ان مذکور میں سورج کا جو صحیح میل ہو معلوم کر لیا جاتا ہے۔ بعد ازیں عرض بلد ذیل کے ضابطہ سے حاصل ہو سکتا ہے:-
 (عرض التمام) \pm (میل) = (نصف النہاری ارتفاع) ... (دفعہ ۳۴)

ہمارے عرض بلدوں میں مثبت علامت اُس صورت میں لی جاتی ہے جب کہ سورج کا میل شمالی ہو اور منفی اُس صورت میں جب کہ میل مذکور جنوبی ہو۔

اسی طرح اگر ایک ستارہ یا کسی دوسرے جرم کا میل معلوم ہو تو ہم اس کا نصف النہاری ارتفاع مشاہدہ کرنے سے عرض بلد معلوم کر سکتے ہیں اس صورت میں بھی وہی ضابطہ یعنی عرض التمام + مہ = مہ استعمال کرنا چاہیے۔ اگر ستارہ نقطہ راس اور قطب کے درمیان نصف النہار کو عبور کرے تو ضابطہ مذکور یہ ہو جاتا ہے:
 عرض التمام + مہ = ۱۸۰ - مہ (دفعہ ۳۴)۔ اگر ارتفاع اُس وقت مشاہدہ کیا گیا ہو جب کہ ستارہ نصف النہار کو عبور کرتے وقت ق اور ف (شکل نمبر ۲) کے درمیان میں سے گزرے تو ضابطہ ہو جاتا ہے: - عرض التمام + مہ = مہ، یاد رہے کہ اس میں اگر مہ میل جنوبی کو تعبیر کرے تو اس کی علامت ہمیشہ بدل دینی چاہیے۔

عددی حسابات میں ضابطہ استعمال کرنے کی بجائے بتدی کے لیے یہ زیادہ مفید ہوگا کہ وہ نقشہ کھینچ کر پیمائشوں کی رو سے ستارہ کے مقام کی ٹھیک طور پر نشان دہی کر کے مستحصلہ نتیجہ کو خود مستنبط کرے۔

مثال۔ سورج کا نصف النہاری ارتفاع ۴ دسمبر ۱۸۹۳ء کو ۱۶° ۸' مشاہدہ کیا گیا ہے۔ وقت پیمائش گری بنج کا وقت ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکنڈ ہے، "نیز" بحری جنتری میں گری بنج پر ظہر یا قبل کے وقت سورج کا میل ۲۲° ۱۹' جنوب اور اُس کے میل میں فی گھنٹہ جو تبدیلی واقع ہوتی ہے وہ ۱۹.۶ دی ہوتی ہے۔ جہاز کا عرض بلد معلوم کرو۔

یہاں سورج کا میل گری پنج پر ظہر کے وقت = $۲۲^{\circ} ۱۹' ۲۵''$ جنوب

میل کا اضافہ (فی گھنٹہ) = ۱۹۶۹

∴ اضافہ ۶ گھنٹے ۵ منٹ ۱۲ سکنڈ میں = ۱۰۹۶۳

∴ مقامی ظہر کے وقت میل = $۲۲^{\circ} ۲۱' ۲۳''$

اب عرض التمام - میل = نصف النہاری ارتفاع

∴ عرض التمام - $۲۲^{\circ} ۲۱' ۲۳'' = ۱۸^{\circ} ۱۶'$

∴ عرض التمام = $۳۸^{\circ} ۲۹' ۳۳''$

∴ عرض بلد = $۵۱^{\circ} ۳۰' ۳۵''$

غیر نصف النہاری مشاہدات

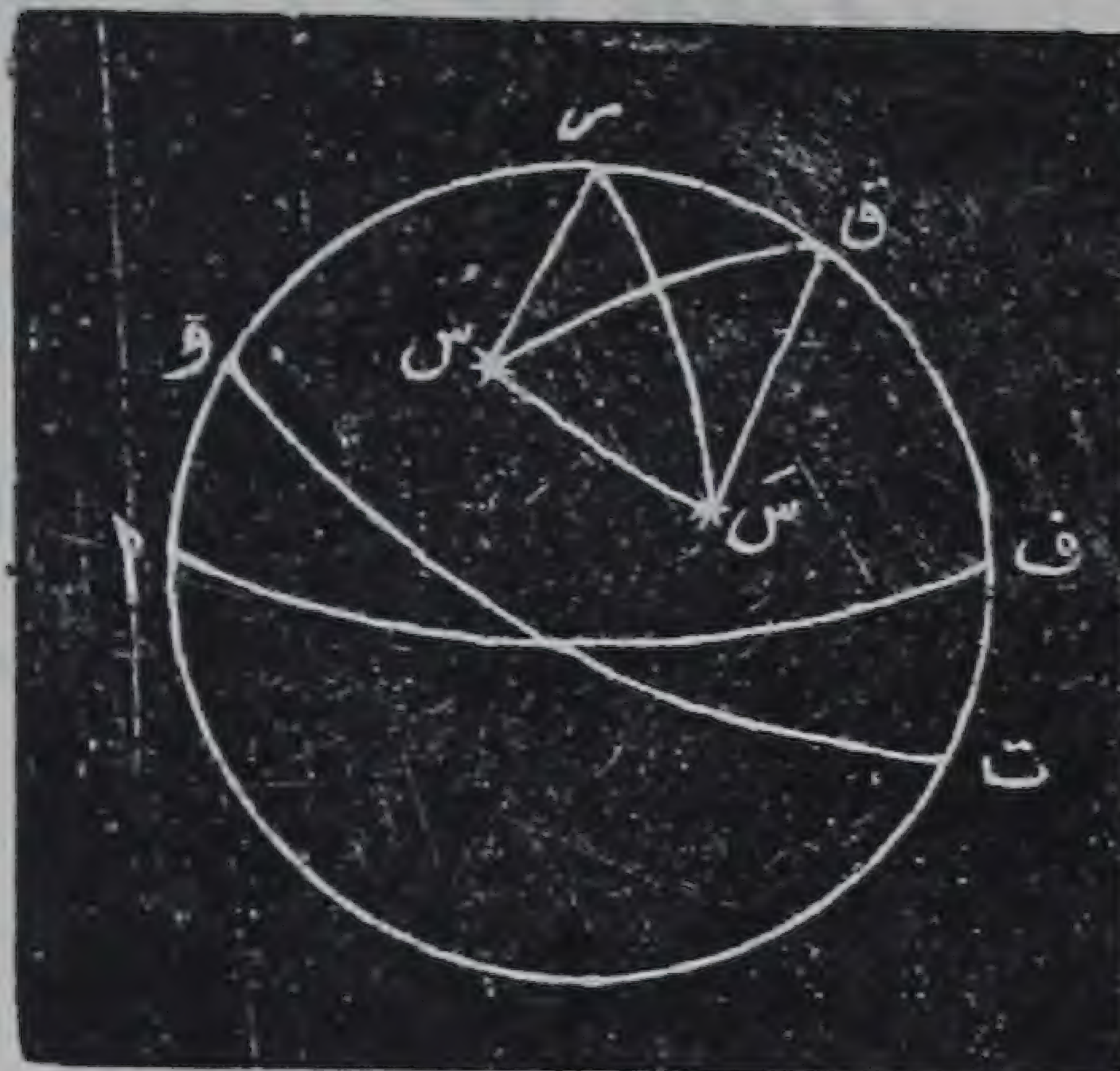
۱۷۶۔ دوسرا طریقہ — دو معلوم ستاروں کے عرض بلد ایک ساتھ معلوم کرنے سے۔

فرض کرو کہ س، س (شکل ۸۱) دو ستاروں کے مقام ہیں جب کہ ان کے ارتفاع نامے گئے ہیں۔ س اور ق کو س اور س سے کبیر دائروں کی قوسوں کے ذریعے ملاؤ۔

اب عرض بلد معلوم کرنے کے لیے ہمیں تین کروی مثلثوں کو حل کرنا چاہیے۔ مثلث س ق س میں ہیں قطبی فاصلے ق س، ق س معلوم ہیں کیونکہ یہ ان ستاروں کے میلوں کے متمم ہیں اور میل "بحری جنتری" میں دیے ہوئے ہیں۔ نیز زاویہ س ق س بھی معلوم ہے کیونکہ ان ستاروں کے صعود مستقیم ہیں معلوم ہیں اور زاویہ مذکور ان کے فرق کے مساوی ہے۔ لہذا ضلع س س اور زاویہ ق س س محسوب ہو سکتے ہیں۔

اسی طرح مثلث س س س میں رائی فاصلے س س اور س س معلوم ہیں کیونکہ یہ مشاہدہ کردہ ارتفاعوں کے متمم ہیں۔ نیز قاعدہ س س بھی معلوم ہے۔ اس لیے زاویہ س س س اور بناءً علیہ زاویہ

س س ق محسوب ہو سکتا ہے۔



شکل ۸۱

بالآخر مثلث س س ق میں اضلاع س س اور ق س معلوم ہیں نیز درمیانی زاویہ س س ق معلوم ہے۔ اس لیے عرض التمام س ق معلوم ہو سکتا ہے۔
۱۷۷۔ تیسرا طریقہ۔ عرض بلد سورج کے دو ارتفاع مشاہدہ کرنے اور ان کی درمیانی مدت دیکھنے سے بھی معلوم ہو سکتا ہے۔ عملی طور پر اس طریقہ میں اور گزشتہ طریقہ میں چنداں فرق نہیں کیونکہ ان دو مشاہدوں کی درمیانی مدت کو ۱۵° فی گھنٹہ کے حساب سے درجوں میں تحويل کرنے سے ہمیں زاویہ س س ق کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اور بعد ازیں حسب سابق مختلف کروی مثلثوں کو حل کرنے سے مطلوبہ عرض بلد محسوب ہو سکتا ہے۔

عرض بلد سورج کا صرف ایک ارتفاع مشاہدہ کرنے سے بھی نکل سکتا ہے بشرطیکہ مقامی وقت معلوم ہو۔

فرض کرو کہ سورج کا مقام س (شکل ۸۱) ہے، تب مثلث س ق س میں دو ضلع س س اور س ق معلوم ہیں۔ نیز زاویہ س ق س بھی معلوم ہے کیونکہ یہ سورج کا ساعتی زاویہ ہے جو مقامی ظاہری وقت کو تعبیر کرتا ہے۔ اس لیے عرض التمام س ق محسوب ہو سکتا ہے۔

۱۔ اوسط مقامی وقت معلوم کرنا

۱۷۸۔ پہلا طریقہ - مساوی ارتفاعوں کے ذریعے - اوسط مقامی وقت جس کو سمندر میں جہاز کا اوسط وقت بھی کہتے ہیں حسب ذیل طریقہ سے محسوب ہو سکتا ہے :- سورج کے نصف النہار کو عبور کرنے سے کچھ عرصہ قبل اس کا ارتفاع سدس کی مدد سے معلوم کرلو۔ نیز مرور کے بعد یہ مشاہدہ کرو کہ سورج پھر اسی ارتفاع پر کس وقت پہنچتا ہے۔ ان دونوں مشاہدات کے وقتوں (جو وقت پیماسے معلوم ہو سکتے ہیں) کا اوسط مرور کے وقت کو یعنی ظاہری ظہر کو تعبیر کریگا۔ اب چونکہ ہمیں وقت کی مساوات "بحری جنتری" سے معلوم ہو سکتی ہے اس لیے ہم اوسط وقت معلوم کر سکتے ہیں۔

۱۷۹۔ دوسرا طریقہ - جب کوئی معلومہ ستارہ، سورج، چاند یا کوئی سیارہ اول السموت میں یا اس کے قریب ہو تو اس کا ارتفاع مشاہدہ کرنے سے -

اس صورت میں یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم ہے۔ فرض کرو کہ کوئی ستارہ س (شکل ۷۱) اول السموت میں یا اس کے نزدیک ہے۔ ستارہ مذکور کا میل بحری جنتری سے اور اس کا ارتفاع پیمائش سے معلوم کرو۔ اب ہمیں مثلث س ق کے تینوں ضلعے معلوم ہیں کیونکہ س ق میں مشاہدہ کردہ ارتفاع کا متمم ہے۔ ق س ستارہ کے میل کا متمم ہے اور س ق عرض التمام ہے۔ لہذا ستارہ مذکور کا ساعتی زاویہ س ق س معلوم ہو سکتا ہے۔ اس کو ۱۵ پر تقسیم کر کے وقت میں تحویل کرلو۔ اب اس جواب کو ستارہ کے معلومہ صعود مستقیم میں جمع کرو اگر ستارہ مذکور نصف النہار کے مغرب کی طرف ہو۔ اور تفریق کرو اگر ستارہ مذکور نصف النہار کے مشرق کی طرف ہو۔ اس طرح ہمیں کوکبی وقت حاصل ہو جاتا ہے جسے ہم بموجب قاعدہ مندرجہ گیارہواں باب اوسط شمسی وقت میں تحویل کر سکتے ہیں۔

ان سب صورتوں میں جب کہ ستارہ کی بجائے سورج، چاند یا کسی سیارہ کو

منتخب کیا جائے تو اس کے مرکز کا ارتفاع معلوم کرنے کے لیے اس کے بالائی یا زیرین کنارہ کا ارتفاع مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اس میں اس کا نصف قطر (جو بحری جنتری سے معلوم ہو سکتا ہے) تفریق یا جمع کر دیا جاتا ہے۔

جرم کو اول السموت میں یا اس کے نزدیک منتخب کرنے کی وجہ یہ ہے کہ اس محل میں جرم کا ارتفاع بڑی سرعت کے ساتھ بدلتا ہے اور اس لیے مشاہدہ کردہ ارتفاع میں چھوٹی سی خطا کی بنا پر محسوبہ وقت میں جو خطا واقع ہوتی ہے وہ نہایت خفیف ہوتی ہے۔

یہی طریقہ سمندر میں بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

سمندر میں طول بلد کی تعیین

۱۸۰۔ طول بلد معلوم کرنے کا مسئلہ دراصل جہاز کے اوسط وقت کا تناظر گری نج کا وقت حتی الامکان صحیح طور پر معلوم کرنا ہے۔ کیونکہ (دفعہ ۱۵۹ ملاحظہ ہو) —
طول بلد (وقت میں) = گری نج کا اوسط وقت - جہاز کا اوسط وقت۔
پس اس طرح طول بلد معلوم کرنے کے دو طریقے ہیں :-

(۱) وقت پیمائے کے ذریعہ (۲) قمری فاصلوں کے ذریعے

قبل ازیں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کس طرح جہاز کے وقت پیمائوں کے ذریعے گری نج کا وقت معلوم ہو سکتا ہے۔ اس غرض کے لیے ہر جہاز میں دو یا تین وقت پیمائے رکھے جاتے ہیں تاکہ ان سے ایک دوسرے کی تصحیح ہوتی رہے۔ جہاز کا اوسط وقت بالعموم کسی ستارہ کو اول السموت میں مشاہدہ کرنے سے یا مساوی ارتفاعوں کے طریقے سے معلوم کیا جاتا ہے۔ دونوں وقتوں کا فرق مضروب ۱۵، درجوں میں طول بلد کو ظاہر کرتا ہے۔

مثال — ۶ اپریل کو جب کہ سورج کا ارتفاع پہلے پہل مشاہدہ کیا تو وقت پیمائے میں وقت ۱۰ گھنٹے ۶ منٹ ۳۰ سکند تھا۔ اس کے بعد جب سورج کا مکرر یہی ارتفاع مشاہدہ ہوا تو وقت ۳۰ گھنٹے ۳۳ منٹ ۱۲ سکند تھا۔ نیز یہ معلوم ہے کہ وقت پیمائے ۵ سکند روزانہ تیز ہو جاتا ہے اور جہاز کو ساحل سے روانہ ہوئے ۶ دن گزر چکے ہیں (بوقت روانگی وقت پیمائے گری نج کے وقت کے ساتھ ملا لیا گیا تھا)۔ ۶ اپریل کو وقت کی مساوات ۲ منٹ ۲۰ سکند ہے۔ جہاز کا طول بلد معلوم کرو۔

یہاں اگر ہم وقت پیمائی کی دوسری قرارت میں ۱۲ گھنٹے جمع کر کے دونوں قرارتوں کے مجموعہ کا نصف لیں تو ہمیں ۳ گھنٹے ۳۸ منٹ ۳۸ سکند حاصل ہوتے ہیں جو ۱۲ گھنٹوں کو تفریق کرنے کے بعد ۱ گھنٹہ ۳۸ منٹ ۳۸ سکند رہ جاتے ہیں۔ اس میں سے ہم وقت پیمائی کی خطا یعنی ۳۰ سکند کو منہا کر دیتے ہیں، تب

$$\begin{array}{r} \text{گھنٹے} \quad \text{منٹ} \quad \text{سکند} \\ ۱ \quad ۳ \quad ۸ \\ \text{مقامی ظاہری ظہر کے وقت گری بنج کا وقت} = \\ \text{وقت کی مساوات} = \\ \begin{array}{r} ۰ \quad ۲ \quad ۲۰ \\ \hline ۱ \quad ۱ \quad ۳۸ \end{array} \\ \text{مقامی اوسط ظہر کے وقت گری بنج کا وقت} = \end{array}$$

$$۱۵ \text{ سے ضرب دینے سے طول بلد} = ۱۵ \quad ۲۷ \quad \text{غرب}$$

قمری فاصلوں سے طول بلد معلوم کرنا

۱۸۱۔ اگر جہاز پر کے وقت پیمائی کسی وجہ سے غلط ہو جائیں اور ٹھیک گری بنج کا وقت ظاہر کرنے کے قابل نہ رہیں تو اس صورت میں چاند اپنی گردش کی وجہ سے ثابت ستاروں میں اپنا جو مقام تبدیل کرتا رہتا ہے اُس سے اچھے خاصے قابل اعتماد وقت پیمائی کا کام لیا جاسکتا ہے۔ دراصل ہمیں یوں سمجھنا چاہیے کہ پورا آسمان ایک بہت بڑی گھڑی کا رخ ہے، ستارے ڈائل کی علامتیں ہیں اور چاند گھڑی کی ایک متحرک سوئی ہے۔

”بحری جنتری“ میں ایسی جدولوں کا ایک سلسلہ دیا ہوتا ہے جن میں چاند کے مرکز کا فاصلہ اس کے گرد و نواح کے بعض ستاروں یا سیاروں سے ہر روز اوسط وقت گری بنج کے ہر تین تین گھنٹوں کے لیے مندرج ہوتا ہے۔ مشاہدہ کنندہ جس کا مقصد گری بنج کا اوسط وقت معلوم کرنا ہے اپنے سُدس کی مدد سے کسی ایک دیے ہوئے ستارہ کا فاصلہ چاند کے کنارہ سے ناپ لیتا ہے اور اس میں چاند کا نصف قطر جمع یا تفریق کر کے ستارہ مذکور سے چاند کے مرکز کا فاصلہ معلوم کر لیتا ہے۔ اب بحری جنتری کی جدولوں کو دیکھنے سے اس فاصلے کا متناظر گری بنج کا اوسط وقت سرسری طور پر معلوم ہو سکتا ہے مگر اس میں شاید دو تین گھنٹوں کی خطا ہو۔ لیکن بحری جنتری کی جدولوں کے متذکرہ بالا تین تین گھنٹوں کے وقفوں میں ہم یہ فرض کر سکتے ہیں کہ ستارہ مذکور سے چاند کا زاویائی فاصلہ یکساں رفتار سے بدلتا ہے لہذا تناسب کے قاعدہ سے ہم گری بنج کا اوسط وقت ٹھیک طور پر

محسوب کر سکتے ہیں اور اگر مقامی وقت بھی معلوم ہو تو اس سے حسب سابق طول بلد نکال سکتے ہیں۔

۱۸۲۔ فاصلہ کا تصفیہ۔ قمری فاصلوں کے ذریعے طول بلد معلوم کرنے کے

مندرجہ بالا طریقہ میں انعطاف کے لیے تصحیح کرنے کی ضرورت پڑتی ہے۔ نیز جن قمری جدولوں میں چاند کا مقام مندرج ہوتا ہے وہ جدولیں مقام مشاہدہ کو زمین کے مرکز پر فرض کر کے محسوب کی جاتی ہیں۔ اس لیے ہمیں اختلافِ منظر کے لیے بھی تصحیح کرنی پڑتی ہے۔ یہ تصحیحیں جو کسی قدر پیچیدہ ہوتی ہیں ان کو ”فاصلہ کے تصفیہ“ سے نامزد کیا جاتا ہے۔

۱۸۳۔ اگرچہ ثابت ستاروں میں چاند کی حرکت سورج اور دیگر سیاروں کی حرکت کے

مقابلہ میں بہت سریع اور تیز ہوتی ہے لیکن پھر بھی یہ اس قدر تیز نہیں ہوتی کہ اس سے مذکورہ بالا طریقے کے ذریعے طول بلد بہت صحت کے ساتھ معلوم کیا جاسکے۔ اس سبب رفتار کی وجہ سے اگر مشاہدہ کردہ فاصلہ میں خفیف سی خطا واقع ہو تو اس سے گری بنج کے محسوبہ وقت اور بناء علیہ طول بلد میں مقابلہ بڑی خطا رونما ہوگی۔ اگر زمین کے گرد چاند اپنی گردش کو دو یا تین دن میں پورا کر لیتا تو طول بلد کی بھی اسی آسانی سے تعیین ہو سکتی جس آسانی سے عرض بلد کی ہوتی ہے۔

مثال۔ ۲ جنوری ۱۸۹۳ء کو قلبِ اسد سے چاند کے مرکز کا زاویائی فاصلہ ۲۴° ۱۵'

مشاہدہ کیا گیا جب کہ مقامی وقت ۶ گھنٹے ۳۰ منٹ بعد ظہر تھا۔ گری بنج پر ۳ بجے بعد ظہر اور ۶ بجے بعد ظہر جو فاصلے بحری جنتری میں درج ہیں وہ بالترتیب ۲۵° ۱۳' ۱۹ اور ۲۳° ۲۴' ۲۸ ہیں۔

مقام مشاہدہ کا طول بلد معلوم کرو۔

زاویائی فاصلہ ۳ بجے بعد ظہر = ۲۵° ۱۳' ۱۹

مشاہدہ کے وقت زاویائی فاصلہ = ۲۴° ۱۵' ۰

اس مدت میں فاصلہ کی تبدیلی = ۰° ۵۸' ۱۹ = ۳۴۹۹

لیکن ۶ بجے والے زاویائی فاصلہ کو ۳ بجے والے زاویائی فاصلہ میں سے تفریق کرنے سے ہم دیکھتے ہیں کہ

۳ گھنٹے میں فاصلہ کی تبدیلی = ۱° ۲۸' ۳۱ = ۶۵۱۲

∴ وہ وقت جس میں فاصلہ مذکور بقدر ۳۴۹۹ کم ہو جاتا ہے = ۳ گھنٹے × ۳۴۹۹

۶۵۱۱ = ۱ گھنٹہ ۳۶ منٹ ۲۴ سکنڈ

∴ گری بنج کا وقت = ۳ گھنٹے + ۱ گھنٹہ ۳۶ منٹ ۲۴ سکنڈ = ۴ گھنٹے ۳۶ منٹ ۲۴ سکنڈ

لیکن مقامی وقت = ۶ گھنٹے ۳۰ منٹ

۱۰ طول بلد (وقت میں) = ۱ گھنٹہ ۵۳ منٹ ۱۶ سکنڈ

یا ۱۵ سے ضرب دینے سے = ۶۸ ۱۹ شرق

مگوری بچ کے وقت اور بناءً علیہ طول بلد معلوم کرنے کا ایک اور طریقہ ہے۔ اس میں چاند کے پیچھے کسی ستارہ کا احتجاب مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ قمری فاصلوں والے طریقہ کی محض ایک متبادل صورت ہے۔

۱۸۴۔ مشتری کے توابع کے گرہنوں کے ذریعہ بھی جن کے وقوع کے اوقات بحری جہتہری میں پہلے سے درج ہوتے ہیں طول بلد کے معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔ لیکن جہاز پر دُور بین کے ذریعے گرہنوں کو ٹھیک طور پر مشاہدہ کرنا ممکن نہیں ہوتا۔ ویسے تو زمین پر بھی ابتدا و اختتام گرہن کے اوقات صحت کے ساتھ بتانا بہت مشکل امر ہے۔ علاوہ ازیں بعض اور سماوی اشاروں مثلاً گرہن کے آغاز و اختتام یا شہابوں کے ٹوٹنے سے طول بلد معلوم کرنے کی کوشش کی گئی ہے۔

برقی تلغراف کی ایجاد کے بعد سے یہ سہولت ہو گئی ہے کہ سطح زمین پر کسی مقام کا طول بلد ایک اور ایسے مقام کا مقامی وقت جو اول الذکر مقام کے ساتھ بہ سلسلہ تلغراف مربوط ہو اور جس کا طول بلد معلوم ہو اول الذکر مقام پر تلغراف کرنے سے فوراً معلوم ہو سکتا ہے ہر دو مقامات پر مقامی وقتوں کا جو فرق ہو اُس کو ۱۵ سے ضرب دینے سے طول بلد مطلوبہ حاصل ہوتا ہے۔

مثالیں

۱۔ مارچ کو جب وقت پیمائیں مگوری بچ کا وقت ۱۰ گھنٹے ۳۰ منٹ قبل ظہر اور ۸ گھنٹے

۳۸ منٹ بعد ظہر تھا تو سورج کے ارتفاع مساوی تھے۔ اس سے طول بلد معلوم کرو جب کہ ۷ مارچ اور ۸ مارچ کو مگوری بچ کے ظہر کے وقت، وقت کی مساوات بالترتیب ۱۱ ۱۲ اور ۱۰ ۱۱ ۵۵ ہو۔

جواب ۵۳ ۴۲ غرب

۲۔ جب وقت پیمائیں ۱۱ گھنٹے ۹ منٹ ۳۰ سکنڈ وقت بتائے اور یہ معلوم ہو کہ سورج کا محسوبہ

ساعتی زاویہ ۵۵ شرق ہے، تو طول بلد معلوم کرو، اگر وقت کی مساوات ۲ منٹ ۱۰ سکنڈ ہو۔

جواب ۳۲ ۵۵ غرب

تیرہواں باب

ثابت ستارے۔ طفی تحلیل

[ضروری اطلاع۔ اس باب میں جو معلومات بیان کیے گئے ہیں وہ تیس سال پہلے کی تحقیقات پر مبنی ہیں۔ اس اثنا میں بے شمار نئی باتیں دریافت ہوئی ہیں جو اس باب سے متعلق ہیں لیکن ضبط تحریر میں نہ آسکیں۔]

۱۸۵۔ ستارے بھی سورج ہیں جو زمین سے اس قدر دور دراز فاصلوں پر واقع ہیں کہ ان کو طاقتور سے طاقتور دوربین سے دیکھنے پر بھی وہ محض روشنی کی بُندکیاں سی معلوم ہوتے ہیں۔ بہت احتمال ہے کہ ان بے شمار سورجوں میں سے ہر ایک سورج اسی قسم کے ایک نظام کا مرکز ہو جیسا کہ نظام شمسی ہے اور اس کے گرد بھی اسی طرح ستارے حرکت کرتے اور اکتساب نور و حرارت کرتے ہوں جیسے کہ نظام شمسی کے ستارے کرتے ہیں۔ اگر ایسا ہو تو ضرور ہے کہ ہر نظام کے ارکان کی اندرونی حرکتیں ان عام قوانین و ضوابط کے عین مطابق ہوں جن کے متعلق ہمیں اپنے جملہ مشاہدات کی بنا پر یقین ہے کہ ان کا اطلاق کل عالم پر ہے۔

باب ہفتم میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ ان ستاروں کے فاصلے اور سالانہ اختلاف منظر نامے کے لیے افلاک کی پیمائش کرنے کی کوشش کرتے ہیں تو اکثر صورتوں میں ہمیں ناکامی کا منہ دیکھنا پڑتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ بڑے سے بڑا فاصلہ جو ہمیں اپنے مشاہدات کی بنیاد قائم کرنے کے لیے میسر آسکتا ہے وہ زمین کے مدار کا قطر یعنی ... ۵۰۰۰۰ میل ہے اور یہ فاصلہ ان عمیق العمیق فاصلوں کے مقابلہ میں جن پر ہمیں اس کو عائد کرنا ہوتا ہے اس قدر چھوٹا ہے کہ اس سے فی الحقیقت ہمارا ہندسی نقطہ کا تخیل پورا ہو جاتا ہے۔

باب ہذا میں ہم ستاروں کی قسموں پر بحث کریں گے اور نیز ان کے متعلق موجودہ زمانہ کے خاص خاص اکتشافات کا مجمل ذکر کریں گے جو ان کی ماہیت اور طبعی حالت کے متعلق طیفی تحلیل کے طریقہ سے معلوم ہوئے ہیں۔

۱۸۶۔ ستاروں کے مقادیر۔

مختلف ”مقادیر“ میں تقسیم کیا گیا ہے۔ سب سے زیادہ چمکدار ستارے بیس ہیں اور ان کو اول مقدار کے ستارے کہتے ہیں۔ ان ستاروں میں سے تقریباً بارہ ستارے آئرلینڈ کے عروض بلد میں نظر آسکتے ہیں۔ ان ستاروں کے نام مع ان کے برج کے حسب ذیل ہیں:-

نام ستارہ	نام برج	نام ستارہ	نام برج
(۱) شعری (شعراے یمانی)	قلب اکبر	(۷) شعراے یمانی	قلب اصغر
(۲) دبران	ثور	(۸) سنبلہ - سماک اعزل	سنبلہ
(۳) ممسک العنان	ممسک العنان	(۹) قلب الاسد	اسد
(۴) نسرواقع	شلیاق	(۱۰) سماک راح	حوا
(۵) ابط الجوزا	جبار	(۱۱) قلب عقرب	عقرب
(۶) رجل الجبار	جبار	(۱۲) نسر طائر	عقاب

۱۸۷۔ مقدار اول کے چند اور ستارے بھی ہیں جن کے میل اتنے بڑے ہیں کہ

مشاہدہ کنندہ کو وہ جنوبی نصف کرہ ارض میں دکھائی دے سکتے ہیں۔ مثلاً سہیل - عد اور بہ قنطورس - نہ صلیب - آخر النہر (عد النہر) وغیرہ۔ دوسری مقدار کے ستارے نسبتاً کم چمکدار ہوتے ہیں، اور ان میں سے تقریباً ۵۰ ستارے شمالی عرض بلد کے باشندوں کو نظر آتے ہیں۔ اس قسم کا ایک ستارہ، قطبی ستارہ ہے۔ برہنہ آنکھ سے چھٹی مقدار کے بعد تمیز کرنا ممکن نہیں لیکن دور بین کی مدد سے بلحاظ چمک کے ستاروں کی تقسیم، ویں، ۸ ویں اور ۹ ویں بلکہ اس سے زیادہ مقداروں تک کی گئی ہے۔ یہ تقسیم زیادہ حد تک اختیاری ہے کیونکہ ایک ہی مقدار کے ستارے بھی بلحاظ چمک، رنگ اور طبعی حالات کے جیسا کہ ہم ابھی دیکھیں گے ایک دوسرے سے بہت اختلاف رکھتے ہیں۔

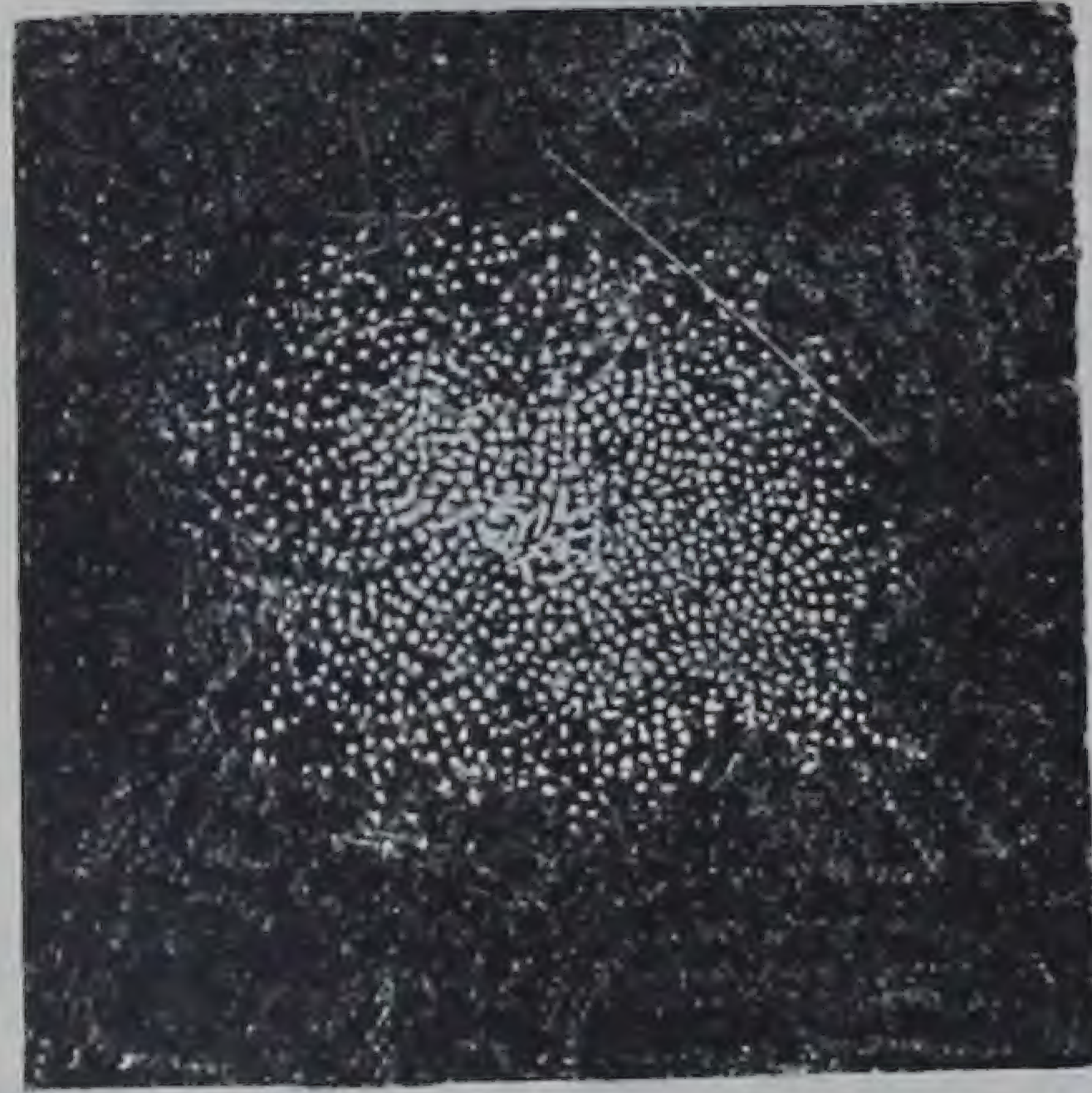
۱۸۸۔ ستاروں کی تعداد۔

تعداد جن کو برہنہ آنکھ سے مشاہدہ کیا جاسکتا ہے تقریباً ۶۰۰۰ ہے مگر کسی ایک مقام سے

ایک وقت واحد میں ۲۰۰۰ سے زیادہ ستارے دکھائی نہیں دیتے اور افق کے قریب کے ستارے کرہ ہوائی کی زیادہ کثافت کی وجہ سے جس میں سے ان کی شعاعوں کو گزرنا پڑتا ہے چھپ جاتے ہیں۔ جس شخص نے ان کی تعداد کا صحیح اندازہ نہ کیا ہو اس کے خیال سے یہ تعداد بہت کم ہے کیونکہ انسان کی نظر جب ان چمکدار بند کیوں کے ہجوم پر پڑتی ہے تو معاً یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ ان کی تعداد لا انتہا ہے۔ دُوربین کی مدد سے جن ستاروں کو دیکھنا ممکن ہے ان کی تعداد کئی کروڑ تک پہنچتی ہے۔

۱۸۹۔ کھکشاں — کسی تاریک رات کو جب آسمان صاف ہو تو آسمان کے آر پار ایک نیم درخشاں پٹی دائرہ کبیر کی شکل میں دکھائی دیتی ہے۔ اس کو کھکشاں کہتے ہیں۔ اس کی چمک مختلف مقامات پر مختلف ہوتی ہے۔ دُوربین کی مدد سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مدھم روشنی ستاروں کے بے شمار ہجوم سے آتی ہے جن کا برہنہ آنکھ سے انفرادی طور پر امتیاز کرنا مشکل ہے۔

۱۹۰۔ تاروں کے جھمٹ — آسمان کے بعض حصوں میں ستارے اس قدر اکٹھے ہوتے ہیں اور ایسی خصوصیت کے ساتھ ایک دوسرے کے پاس پاس واقع ہوتے ہیں کہ ان سے یہ خیال پیدا ہوتا ہے کہ ضرور ان میں کچھ نہ کچھ ربط ہے۔ اس قسم کے اژدحام کو تاروں کا جھمٹ کہتے ہیں۔ برج ثریا میں ۶ ستارے تو برہنہ آنکھ سے نظر آتے ہیں۔ لیکن اگر اس کو دُوربین سے دیکھا جائے تو ان کی تعداد ۵۰ تک پہنچ جاتی ہے۔ اس کی اور مثال پر سیاوش کے



شکل ۲۲

ایک روشن دھبہ میں پائی جاتی ہے جس کو دُوربین سے دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے کہ دھبہ دراصل بہت سے ستاروں پر مشتمل ہے جن کو برہنہ آنکھ سے منفرداً تمیز کرنا مشکل ہے۔ دُوربین سے دیکھنے میں یہ نظارہ نہایت دلکش اور قابل دید معلوم ہوتا ہے۔

۱۹۱۔ **سحاب**۔ دُوربین کی مدد سے آسمان کے مختلف حصّوں میں بعض اجرام بھی نظر آتے ہیں جو دیکھنے کو تو چھوٹے چھوٹے چمکدار دھبے معلوم ہوتے ہیں مگر مذکورہ بالا دھبوں کی طرح ان کو تاروں کا جھرمٹ خیال نہیں کیا جاسکتا کیونکہ یہ الگ الگ ستاروں میں تحلیل نہیں ہو سکتے۔ ان دھبوں کو سحاب کہتے ہیں۔ ان اجرام کی سب سے موضح مثال شاید جبار کا بڑا سحاب ہے۔ یہ سحاب ایک بہت بڑے نیلگوں مادے کی شکل میں چمکتا ہوا معلوم ہوتا ہے اور بہت بڑی تکبیری طاقت کی دُوربینوں میں اس کے بعض حصّوں میں متعدد ستارے بھی نظر آتے ہیں۔

اس کی ایک اور مشہور مثال شلیاق کا حلقہ نما سحاب ہے۔ ”یہ ایک چمکدار حلقہ ہے جس کا اندرونی حصّہ پورے طور پر تاریک نہیں ہے بلکہ مقابلۂ مدھم سحاب سے بھرا ہوا ہے جیسے کہ کسی حلقہ پر جالی منڈھی ہوئی ہو“ (سر رابرٹ بال)



شکل ۸۳

۱۹۲۔ **ستاروں کی ذاتی حرکت**۔ جب کسی ستارہ کا صعودِ مستقیم اور میل متواتر کئی سال تک مشاہدہ کیا جائے تو اس کے مقام میں استقبال، کبوا اور

اختلافِ منظر کی بنا پر جو تبدیلیاں ہوتی ہیں اُن کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی یہ معلوم ہوتا ہے کہ قریب و جوار کے دیگر ستاروں کے لحاظ سے اس کے مقام میں آہستہ آہستہ تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔ پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہر ایک ستارہ اپنی اپنی خاص حرکت رکھتا ہے جو دیگر ستاروں کے ساتھ مشترک نہیں ہے۔ اس اعتبار سے ستاروں کو "ثوابت" کے نام سے موسوم کرنا پورے طور پر صحیح نہیں ہے۔ تاہم دیگر سریع السیر ستاروں سے تمیز کرنے کی غرض سے ہم اس لفظ کو استعمال کر سکتے ہیں۔

ستاروں کی ذاتی حرکتیں جزوی طور پر سورج (مع جملہ نظامِ شمسی) کی حرکت پر مبنی ہیں کیونکہ سورج کی نسبت یہ خیال کیا جاتا ہے کہ وہ فضا میں سے مجمع ہرقل کے ستارہ کی طرف حرکت کرتا ہے اس لیے وہ ستارے جو اس کی حرکت کی سمت میں واقع نہیں ہیں متقابل سمت میں ملتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔ تاہم اس سبب سے جو تبدیلی مقام میں واقع ہوتی ہے اُس کو ملحوظ رکھنے کے بعد بھی اس میں شک نہیں کیا جاسکتا کہ ستارے بذاتِ خود بھی فی الواقع حرکت کرتے ہیں۔

۱۹۳- دوہرے ستارے۔ طاقتور دوربینوں کی مدد سے دیکھا گیا ہے کہ

بہت سے ستارے جو بظاہر مجرد معلوم ہوتے ہیں دراصل دوہرے ستارے ہیں اور دو دو مختلف ستاروں پر مشتمل ہیں۔ بعض صورتوں میں یہ ستارے بلحاظ مقدار کے مساوی ہوتے ہیں لیکن اکثر صورتوں میں یہ غیر مساوی ہوتے ہیں۔ جب یہ غیر مساوی ہوں تو بالعموم نامعلوم اسباب کی بنا پر جن کی تاہنوز تشفی بخش توجیہ نہیں کی گئی ان کا رنگ مختلف ہوتا ہے اور چھوٹے ستارہ کا رنگ طیف میں بڑے ستارے کے رنگ سے بلند تر درجہ کا ہوتا ہے مثلاً اگر بڑا ستارہ سرخی مائل ہو تو چھوٹا ستارہ نیلگوں یا سبز ہوگا۔ ان دوہرے ستاروں میں سے کما حال تقریباً ۱۰۰۰ ستارے دریافت ہو چکے ہیں۔ بہت سے ستارے جو بادی النظر میں دوہرے معلوم ہوتے ہیں دراصل ایک دوسرے سے بُعدِ عظیم پر واقع ہیں مگر چونکہ وہ ایک ہی خطِ نگاہ میں واقع ہیں اس لیے کرہٴ مساوی پر وہ ایک دوسرے کے نہایت قریب قریب نظر آتے ہیں جس کی وجہ سے دوہرے ستارہ کا اشتباہ ہوتا ہے۔ دوہرے ستاروں کی بہترین مثالیں مقدم النوا میں مجمع ہرقل کا ستارہ، قطبی ستارہ اور شعرای یمانی ہیں۔ بعض اوقات ستارہ تین یا چار جدا جدا اجزا پر مشتمل معلوم ہوتا ہے مثلاً نسیر واقع جس کے اندر چار ستارے

ہیں جن میں سے تین سفید ہیں اور ایک سُرخ ہے۔

۱۹۴۔ ثنائی ستارے۔ بہت سے دوہرے ستاروں میں ان کے ہر دو افراد متحرک دکھائی دیتے ہیں اور ہر ایک فرد ایک ایسے ناقص کی شکل میں حرکت کرتا ہے جس کا ماسکہ دونوں کا مشترک مرکز ثقل ہے اور یہ حرکت تجاذب عامہ کے کلیہ کا لازمی نتیجہ ہے (دیکھو دفعہ ۷۰)۔ مقدم التوا میں دوہرے ستارہ کی صورت میں یہ حرکت اتنی سست ہے کہ دونوں کو ایک گردش کی تکمیل میں شاید کئی صدیاں صرف ہوں گی۔ جو ستارے ایک دوسرے کے ساتھ اس طرح مربوط ہوں ان کو ثنائی ستارے کہتے ہیں۔

۱۹۵۔ ثنائی ستاروں کے مدار۔ ثنائی ستاروں کی ایک دوسرے کے گرد حرکت کے باقاعدہ مدار کی زاویائی مقدار خردہ پیمائے معلوم کی جاسکتی ہے لیکن مدار کے ابعاد میلوں میں اُس وقت تک معلوم نہیں ہو سکتے تا وقتیکہ ستارہ کا فاصلہ یا بالفاظ دیگر اس کا سالانہ اختلاف منظر معلوم نہ ہو۔ منظور س کے عہ ستارہ کی صورت میں یہ اختلاف منظر تقریباً ۵.۷ ہے اور اس کے ظاہری مدار کا نیم محور تقریباً ۵.۷ ہے۔ اس لیے ان زاویوں کے قوسی پیمانوں کی نسبت لینے سے ہمیں حاصل ہوتا ہے :-

$$\frac{۱۷۵}{۹۲۰۰۰۰۰} = \frac{\text{مدار کا نصف محور میلوں میں}}{۹۲۰۰۰۰۰}$$

جب کسی ثنائی ستارے کے مدار کے ابعاد اور اُس کا دوری وقت معلوم ہو تو اس کے افراد ترکیبی کی کمیتوں کا مجموعہ معلوم ہو سکتا ہے۔ (طریقہ کے لیے ملاحظہ ہو دفعہ ۲۱۴)۔

۱۹۶۔ متغیر ستارے۔ بعض ستارے ایسے ہیں جن کی چمک مستقل نہیں رہتی، ان کو متغیر ستارے کہتے ہیں۔ اس زمرے میں زیادہ قابل ذکر ستارے وہ ہیں جن کی چمک بالا و اربد لیتی ہے۔ یہاں صرف ان میں سے بعض مشہور مشہور مثالوں کا ذکر کر دینا کافی ہو گا جن میں سے ہر ایک مثال خاص خاص اقسام کا ایک نمونہ متصور ہو سکتی ہے۔

۱۹۷۔ ”میرہ کی قسم“ کے ستارے۔ میرہ یاہ قیطس ۳۳۱ دن کی مدت میں باقاعدگی کے ساتھ تبدیلیوں کے دور ایں سے گزرتا ہے اور اس دوران میں بلحاظ چمک کے یہ دوسری مقدار کے ستارہ سے گھٹ کر چھٹی مقدار کے ستارہ تک بدلتا ہے۔ اس کے بعد تقریباً ۷ مہینے تک یہ غائب ہو جاتا ہے اور بعد ازیں پھر اپنی ابتدائی چمک پر آ جاتا ہے۔

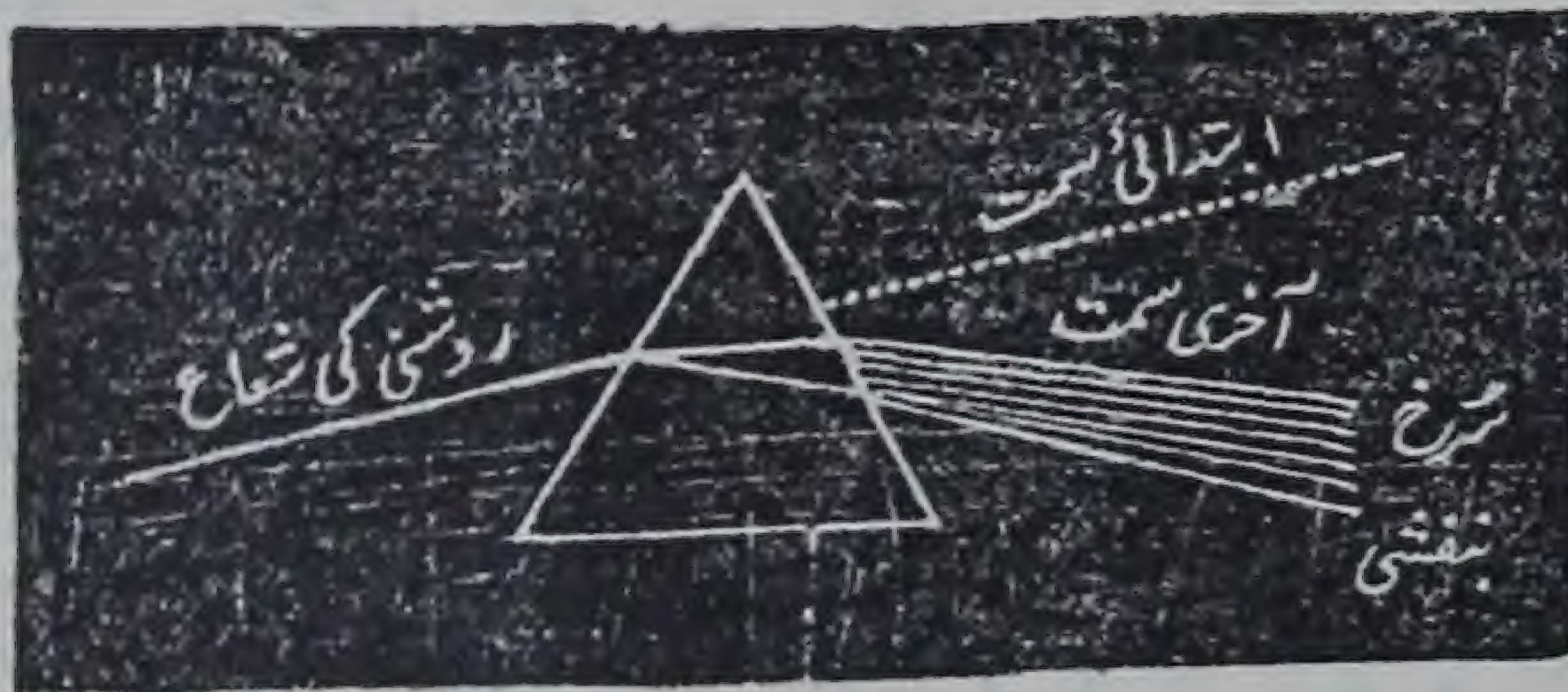
۱۹۸۔ ستارہ الغول جو پر سیاوش کے مجمع میں واقع ہے دُوری ستاروں

کا ایک اور مشہور قسم کا نمونہ ہے۔ یہ تقریباً ۲ دن ۱۳ گھنٹے تک دوسری مقدار کا ستارہ رہتا ہے۔ اس کے بعد اس کی چمک بتدریج کم ہوتی جاتی ہے حتیٰ کہ یہ چوتھی مقدار کا ستارہ ہو جاتا ہے۔ اس میں تقریباً ۱۳ گھنٹے کا عرصہ لگتا ہے۔ ۲۰ منٹ تک یہ چوتھی مقدار کا ستارہ رہتا ہے بعد ازیں یہ بتدریج اپنی ابتدائی چمک حاصل کرتا ہے حتیٰ کہ مزید ۱۳ گھنٹے کے بعد یہ پھر دوسری مقدار کا ستارہ بن جاتا ہے۔ ان تبدیلیوں کے پورے دور کی مدت ۲ دن ۲۰ گھنٹے ۴۸ منٹ ۵۵ سکند ہے۔ اس قسم کے ستاروں کے متعلق غالب ترین قیاس یہ ہے کہ ان کی روشنی کی تخفیف ہمارے اور ستارہ مذکور کے درمیان میں کسی ایسے تاریک جسم کے حائل ہو جانے سے پیدا ہوتی ہے جو اس کے گرد ایک خاص مدت میں حرکت کرتا ہے اور معین مدتوں کے بعد ستارہ مذکور کے جزوی خسوف کا باعث ہوتا ہے۔

طیف نما

۱۹۹۔ علم المناظر کی رو سے ہم جانتے ہیں کہ جب معمولی سفید شمسی روشنی کی شعاع

منشور میں سے گزرتی ہے تو یہ مختلف رنگوں کی ترکیبی شعاعوں میں بھٹ جاتی ہے۔ یہ رنگ بنفشی، نیلا، آسمانی، سبز، زرد، نارنجی اور سرخ ہیں۔ پس جب مناسب طریقہ پر آلات کو ترتیب دے کر ان رنگین شعاعوں کو ایک پردہ پر ڈالا جاتا ہے تو قوس قزح کے رنگوں کی ایک واضح پٹی دکھائی دیتی ہے جس کے ایک سرے پر بنفشی رنگ اور دوسرے سرے پر گہرا سرخ رنگ نظر آتا ہے (دیکھو شکل ۵۴)۔ اس پٹی کو روشنی کا طیف کہتے ہیں۔ اسی طریقہ سے کسی اور مبداء کی



شکل ۵۴

روشنی کا معائنہ ہو سکتا ہے۔ عام طور پر ان شعاعوں کو ایک درز میں سے داخل کیا جاتا ہے اور منشور پر پڑنے سے قبل ایک توازی گرجہ میں سے گزارا جاتا ہے جس کا ماسکہ درز پر واقع ہوتا ہے۔ بنا بریں اس عدسہ میں سے گزرنے کے بعد یہ متوازی شعاعوں کی پینسل بن کر نکلتی ہیں۔

نیز ان شعاعوں کے منشور میں سے گزرنے کے بعد جو طیف بنتا ہے اس کو دوہرین کے توسط سے دیکھتے ہیں۔ اس قسم کی ترتیب آلات کو طیف نما کہتے ہیں۔

۲۰۰۔ پس ہم اس طرح شیشہ کے ایک سادہ منشور کی مدد سے کسی ماحذ کی روشنی کو اس کے اجزائے ترکیبی میں تحلیل کر کے اس کا معائنہ کر سکتے ہیں۔ اور کسی روشنی کی شعاع کے طیف کے نقص یا دیگر خصوصیات کا بغور ملاحظہ کرنے سے ہمیں اس روشنی کے ماحذ کی کیمیائی ترکیب اور طبعی حالات کے متعلق بہت سی معلومات حاصل ہو سکتی ہیں۔ طیفی تحلیل کے نام سے تحقیقات کا جو نیا طریقہ ایجاد ہوا ہے وہ اسی اصول پر مبنی ہے۔ اسی کی مدد سے کائنات کے متعلق ہماری معلومات میں عظیم الشان اضافہ ہوا ہے۔

۲۰۱۔ شمسی طیف۔ موجودہ صدی کے شروع میں پہلے پہل فراؤن ہوفر نے یہ معلوم کیا کہ سورج کا طیف رنگوں کی ایک مسلسل پٹی نہیں ہے بلکہ اس کے اندر نہایت باریک تار یک خط ہزاروں کی تعداد میں واقع ہیں۔ طیف کے بعض حصوں میں یہ خط بہت کم ہوتے ہیں مگر بعض حصوں میں ان کا اس قدر ہجوم ہوتا ہے کہ ان کو انفرادی طور پر تمیز کرنا بھی مشکل ہو جاتا ہے۔ یہ بھی دریافت ہوا ہے کہ ان خطوں کی ترتیب سورج کی روشنی کی ایک غیر متبدل اور مستقل خصوصیت ہے اور اس ترتیب کو دیکھ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ روشنی کا ماحذ سورج ہے یا کوئی اور منور جرم۔

اس سے ظاہر ہے کہ سورج کی صرف وہی شعاعیں ہم تک پہنچتی ہیں جو خاص خاص درجوں کا انعطاف رکھتی ہیں۔ اور مذکورہ بالا تار یک خطوں کے متناظر دیگر شعاعیں کسی نہ کسی وجہ سے جو فراؤن ہوفر کے وقت میں معلوم نہیں تھیں ہم تک پہنچنے نہیں پاتیں۔ بالآخر اس منظر کی توجیہ مختلف اقسام کی مصنوعی روشنی کو معائنہ کرنے سے کی گئی۔

۲۰۲۔ اگر مختلف ماحذوں کی روشنی کی شعاعوں کو طیف نما کے ذریعے دیکھا جائے تو یہ معلوم ہوگا کہ ان کے طیفوں کو دو اقسام میں تقسیم کیا جاسکتا ہے :-

(۱) منور ٹھوس اشیاء یا مائع کے طیف مسلسل ہوتے ہیں جن میں ہر درجہ انعطاف کی شعاعیں شامل ہوتی ہیں؛ لہذا ان طیفوں کے اندر تاریک خط موجود نہیں ہوتے۔

(۲) اُن جلتی ہوئی گیسوں کے شعلوں کے طیف جن کے اندر ٹھوس ذرات معلق حالت میں نہ ہوں غیر مسلسل ہوتے ہیں اور ان کے طیف محدود چکدار خطوں کی صرف ایک خاص تعداد پر مشتمل ہوتے ہیں جن کے مابین تاریک پٹیاں حائل ہوتی ہیں۔

۲۰۴۔ چکدار خطوں کا انقلاب۔

جس کے متعلق اب ہمیں معلوم ہے کہ اُس میں سے صرف خاص خاص درجہ انعطاف کی شعاعیں برآمد ہوتی ہیں مشاہدہ کنندہ اور مسلسل طیف پیدا کرنے والے کسی ماخذ کے درمیان حائل کیا جائے تو گیس اُسی قسم کی شعاعیں جذب کر لے گی جو خود اس سے برآمد ہوتی ہیں؛ یہ امر کہ مشترکہ طیف کے اندر اس خاص قسم کی شعاعیں باقی طیف کے مقابلہ میں تاریک ہو گئی یا چکدار روشنی کے دونوں ماخذوں کی چمک کی اضافی حدت پر موقوف ہے۔ اس نہایت ضروری امر کی توضیح کے لیے ذیل کا تجربہ کافی ہوگا:-

شراب کے چراغ کے شعلہ میں معمولی نمک (جس کے اندر سوڈیم بطور ایک جزو ترکیبی کے شامل ہوتا ہے) داخل کر کے سوڈیم کے جلتے ہوئے بخار کا ایک طیف حاصل کرو۔ مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ یہ طیف صرف دو چکدار زرد خطوں پر مشتمل ہے۔ لیکن اگر سوڈیم کے شعلہ کے عقب میں چُونے کی نہایت تیز روشنی رکھی جائے تو معلوم ہوگا کہ چُونے کی روشنی کے طیف کے اندر (جسے بوجہ ٹھوس چیز کا طیف ہونے کے مسلسل ہونا چاہیے) سوڈیم کے دو چکدار خطوں کے جواب میں دو تاریک خط ہیں۔ چُونے کی روشنی ہٹا لینے پر یہ خط اُسی چمک دمک کے ساتھ پھر نمودار ہو جاتے ہیں۔ پس ہم دیکھتے ہیں کہ چُونے کی روشنی کی معیت میں سوڈیم کے چکدار خط منقلب ہو جاتے ہیں یعنی تاریک خطوں میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ تاریک ہو جانے سے یہ مراد نہیں کہ وہ پہلے کی نسبت جب کہ صرف انہیں کا مشاہدہ ہوا تھا فی الواقع زیادہ تاریک ہو جاتے ہیں بلکہ اس سے یہ مطلب ہے کہ وہ چُونے کی تیز روشنی کے طیف کی چمک کے مقابلہ میں نسبتاً تاریک معلوم ہوتے ہیں۔ کیونکہ چُونے کی روشنی کی وہ خاص شعاعیں جو سوڈیم کا مابہ الامتیاز ہیں اور جو سوڈیم کی عدم موجودگی میں ان خطوں کی جگہوں کو اسی طرح منور کیے تھیں جیسا کہ باقی طیف ہے وہ سوڈیم کے شعلہ کے حائل

ہو جانے کی وجہ سے شعلہ میں جذب ہو جاتی ہیں حالانکہ باقی شعاعیں بلار کا وٹ اس کے بیچ میں سے گزر جاتی ہیں۔

۲۰۴۔ اوپر کے اصول کی مدد سے شمسی طیف کے اندر تاریک خطوں کی موجودگی کا مسئلہ نہایت آسانی سے یہ فرض کرنے سے حل ہو سکتا ہے کہ سورج کے باہر کی طرف بخاروں کی تہیں موجود ہیں جو سورج کے اندرونی حصہ (جس کو کرہ نور کہتے ہیں) سے آنے والی روشنی میں سے خاص خاص قسم کی شعاعیں جذب کر لیتی ہیں۔ اس لیے کرہ نور کے طیف میں جو بخارات کی عدم موجودگی کی صورت میں مسلسل ہوتا اب بہت سے تاریک خطوط پیدا ہو جاتے ہیں۔ کرخ ہوف نے ثابت کیا کہ یہ خط ہائیڈروجن، لوہا، جست، نیکل، تانتا اور دیگر فلزات کے خطوں کے متناظر ہیں جو کرہ شمسی کے گرد بخاری حالت میں موجود ہیں اور اپنے مخصوص خطوں کو منقلب کر دیتے ہیں۔

۲۰۵۔ سورج کی سطح اور سورج کی لپٹیں۔ حال کے پورے

سورج گرہنوں کا طیف نما کے ذریعے معائنہ کر کے سورج کی بیرونی سطح کی ماہیت دریافت کی گئی ہے۔ سورج کے ضیائی کرہ کے باہر لونی کرہ واقع ہے۔ جس کا رنگ نہایت تیز سرخ ہوتا ہوتا ہے جو غالباً اس حصہ کے جزو کبیر یعنی ہائیڈروجن کے شدید درجہ گرم ہونے کی وجہ سے ہے۔ اس کے باہر قرن شمس (corona) ہے۔ یہ روشنی کا ایک حلقہ ہے جو سورج کے پورے گرہن کے وقت سورج کے گرد محیط ہوتا ہے۔ اس کے طیف میں ہائیڈروجن کی موجودگی کی بہت کم علامات پائی جاتی ہیں اور اس کی سب سے بڑی خصوصیت ایک نمایاں سبز خط ہے۔

پورے گرہن کے اثناء میں جب سورج کا قرص چاند کے پیچھے چھپا ہوتا ہے تو بظاہر چاند کے قرص کے کنارہ پر چند عجیب ابھاریاں نکاس نظر آتے ہیں، جن کو سورج کی لپٹیں کہتے ہیں۔ پہلے جب ان کی ماہیت معلوم نہ تھی تو ان کو محض لپٹیں کہتے تھے کیونکہ اس وقت قطعی طور پر یہ معلوم نہ تھا کہ لپٹیں چاند کی بیرونی سطح پر ہیں یا سورج کی بیرونی سطح پر۔ لیکن ۱۸۶۰ء کے گرہن کے وقت فوٹو لینے سے یہ پورے طور پر معلوم ہو گیا کہ یہ سورج کی ہیں کیونکہ ان تصویروں سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ چاند کا قرص ان کے اوپر سے اسی طرح گزرتا ہے جیسے کہ سورج کی سطح کے دیگر حصوں پر سے۔ یہ لپٹیں شعلہ کی مانند معلوم ہوتی ہیں جن کا رنگ الہغوانی ہوتا ہے اور وہ اپنی شکل اور مقدار کے لحاظ سے

عجیب و غریب طور پر بدلتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ ان میں سے بعض کی بلندیاں ۸۰۰۰ میل تک پہنچتی ہیں۔ یہ جس سرعت کے ساتھ بدلتی ہیں اُس کا اندازہ پروفیسر ہینگ کی بیان کردہ مثال سے بخوبی ہو سکتا ہے جسے نیوجرسی میں پرنسٹن کے رصدخانہ میں مشاہدہ کیا گیا تھا۔ پروفیسر موصوف نے دیکھا کہ ان لپٹوں میں سے ایک لیٹ جو پہلے تقریباً ۴۰ ہزار میل بلند تھی فوراً نہایت سرعت کے ساتھ بڑھ کر تین لاکھ ۵۰ ہزار میل کی بلندی تک پہنچ گئی۔ اس کے بعد وہ بتدریج ٹوٹ گئی اور بالآخر کلیتہً معدوم ہو گئی اور یہ تمام تغیر و تبدل دو گھنٹے کے اندر اندر واقع ہوا۔ ان لپٹوں کو مشاہدہ کرنے کے لیے اب ضروری نہیں کہ سورج گرہن کا انتظار کیا جائے بلکہ طیف نما کی مناسب تنظیم سے ان کی ساخت کو ویسی ہی صحت اور عمدگی کے ساتھ مشاہدہ کیا جاسکتا ہے جیسا کہ سورج گرہن کے وقت مزید براں مشاہدہ کو کافی دیر تک جاری رکھا جاسکتا ہے اور یہ ایسی سہولت ہے جو بوقتِ گرہن مشاہدہ کرنے میں میسر نہیں آتی۔

۲۰۶۔ سیارہ کا طیف بھی بعینہً سورج کے طیف کے متماثل ہونا چاہیے۔ لیکن چونکہ سورج کی روشنی کو سیارہ کے کرہ ہوائی میں سے دو دفعہ گزرنا پڑتا ہے اس لیے اس کی بعض شعاعیں جذب ہو جاتی ہیں اور بناءً علیہ طیف میں خفیف سا اختلاف ہو جاتا ہے۔ بعض سیاروں کے طیف میں چند مخصوص خطوں کی موجودگی اس امر کی منظر ہے کہ ان سیاروں میں پانی انہی حالات کے تحت جو زمین کے کرہ ہوائی میں موجود ہیں پایا جاتا ہے۔ چاند کا طیف بعینہً سورج کے طیف کے متماثل ہے جو اس امر کی مصدقہ دلیل ہے کہ چاند کرہ ہوائی سے معرا ہے۔

۲۰۷۔ ستاروں کے طیف۔ ستاروں کو ان کے طیفوں کے لحاظ سے مختلف قسموں میں تقسیم کیا جاسکتا ہے:-

(۱) وہ ستارے جن کے طیفوں میں نسبتاً بہت کم خط پائے جاتے ہیں اور ان میں سب سے ممتاز اور نمایاں خطوط نہایت بلند درجہ تپش کی ہائیڈروجن کے خطوط کے متناظر ہیں۔ اس زمرے میں سب سفید اور نیلے ستارے شامل ہیں مثلاً شعری اور (عہ) شلیاق۔

(۲) دوسرے زمرے میں ایسے ستارے شامل ہیں جیسے وبران اور سماک

رامح - ان کے طیف سورج کے طیف کے مشابہ ہیں یعنی ان میں بہت سے باریک خط پائے جاتے ہیں جو ستاروں کے اندر ہائیڈروجن کے علاوہ دیگر فلزات کی موجودگی پر دلالت کرتے ہیں۔

(۳) تیسرے زمرے میں وہ ستارے ہیں جن کے طیفوں میں سیاہ چوڑی پٹیاں پائی جاتی ہیں۔ ان میں سے اکثر ستارے سرخ ہیں اور بہتیرے متغیر ہیں۔

بہت سے فلزات جو سورج میں پائے جاتے ہیں ان کی موجودگی ستاروں میں بھی مشاہدہ کی گئی ہے۔ مثلاً ذہران میں سوڈیم، لوہا، ہسٹیم، سرمہ، میگنیشیم، کیلیسیم، پارا اور ٹیلوریم کی شہادت موجود ہے۔

۲۰۸۔ سحابوں کے طیف - ہگنز نے پہلے پہل معلوم کیا کہ بعض سحابوں کے طیف ستاروں کے طیفوں کی طرح رنگوں کی مسلسل پٹیاں نہیں ہوتیں جن کے آریار تاریک خط ہوں بلکہ محض چند چکدار خطوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ چار چکدار خط عام طور پر آسانی سے دیکھے جاسکتے ہیں جن میں سے دو یقیناً ہائیڈروجن کی وجہ سے ہوتے ہیں لیکن باقی دو کی ماہیت تا حال معلوم نہیں ہو سکی۔ اس سے ظاہر ہے کہ یہ سحاب دراصل جداگانہ ستاروں کے اجتماع نہیں ہیں بلکہ چلتے ہوئے گیسو مادہ پر مشتمل ہیں جس کا جزو اعظم ہائیڈروجن ہے۔ مجمع جبار کا بڑا سحاب اسی زمرہ کا ایک نمونہ ہے۔ بہت سے اور سحاب جن کا نمونہ اندرومیدا کے سحاب میں پایا جاتا ہے بالکل مختلف قسم کے طیف پیدا کرتے ہیں۔ ان کے طیف بجائے چند چکدار خطوں کے مسلسل ہوتے ہیں، جس سے یہ نتیجہ نکل سکتا ہے کہ یہ روشنی چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں یا تعداد ستاروں کے ہجوم سے آتی ہے۔ اس قسم کے سحاب عموماً سفید ہوتے ہیں لیکن گیسو سحاب کا رنگ نیلگوں ہوتا ہے۔

۲۰۹۔ طیف نما کے سب سے مشہور اور قابل ذکر فوائد میں سے ایک یہ ہے کہ اس کی مدد سے ہم کسی ستارہ کی رفتار خطِ نگاہ میں زمین کی جانب یا اس کے مقابل آسانی سے ناپ سکتے ہیں۔ اگر روشنی کا اخذ زمین کی طرف آ رہا ہو تو اس کے نور کی موج کا

طول کم ہو جائیگا کیونکہ اس صورت میں اہتر ازلوں کی فی ثانیہ جو تعداد زمین تک پہنچے گی وہ ماخذ مذکور کے ساکن ہونے کی نسبت زیادہ ہوگی۔ برخلاف اس کے زمین سے دُور ہٹنے کی صورت میں طول موج اسی مناسبت سے بڑھ جائیگا لیکن ہر ایک شعاع کی انعطاف پذیری اس کی موج کے طول پر منحصر ہے اور طول موج میں کمی ہونے سے شعاع مذکور طیف کے بنفشتی سرے سے مقابلہ زیادہ نزدیک پڑے گی۔ پس کسی ستارہ کے طیف کے اندر ہائیڈروجن یا کسی دوسری چیز کے خطوں کے مقامات کا مقابلہ آزادانہ طور پر ان خطوں کے مشاہدہ کیے ہوئے مقامات کے ساتھ کرنے سے یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ موجوں کے طول کم ہو گئے ہیں یا بڑھ گئے ہیں اور بناؤ علیہ جرم زیر غور زمین کی طرف یا اُس کے مخالف سمت میں حرکت کر رہا ہے اور کس رفتار سے حرکت کر رہا ہے۔ یہ طریقہ ستاروں کی ایک کافی بڑی تعداد کی رفتاریں معلوم کرنے میں استعمال کیا گیا ہے اور نتائج محصلہ بعض صورتوں میں خطِ نگاہ میں ۲۰ یا ۳۰ میل فی ثانیہ کی رفتار ظاہر کرتے ہیں۔

”اس طریقہ کے نظریہ کی تصدیق سورج کے مشاہدات سے نہایت عمدگی اور خوش اسلوبی کے ساتھ ہوتی ہے۔ چونکہ گردش کی وجہ سے سورج کا مشرقی کنارہ ہمارے نزدیک آتا ہے اور غربی کنارہ دُور جاتا ہے۔ اس لیے ان کناروں کے طیفوں میں حسب تشریح بالا اختلاف پایا جاتا ہے اور اس مشاہدہ کردہ اختلاف کی بنا پر گردش کی جو مقدار محسوب کی جاتی ہے وہ گردش کی اصلی رفتار سے جو دوسرے ذرائع سے محسوب کی گئی ہے عملاً مطابقت رکھتی ہے“ (سورابوٹ بال)

چودھواں باب

اجرام فلکی کی کمیتیں

۲۱۰۔ زمین کی کمیت اس کی قوتِ جاذبہ کا کسی اور معلومہ کمیت والے جسم کی قوتِ جاذبہ کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔

۲۱۱۔ مسکیلین کا طریقہ — شی ہالین نامی سکاٹ لینڈ کا

ایک پہاڑ منتخب کیا گیا جس کی شکل اس قدر منتظم تھی کہ اس کا حجم صحیح طور پر محسوب ہو سکتا تھا۔ نیز اس پہاڑ کی کثافت اضافی اس کے مختلف معدنیاتِ ترکیبی کے باہمی تناسب کی بنا پر معلوم کر لی گئی۔ اب اس پہاڑ کے شمال اور جنوب کی طرف ایک ہی نصف النہار پر دو رصد خانے تعمیر کیے گئے۔ نقطہٴ راس کا تعین سمتِ شاقول کے ذریعہ کرنے سے ان دو مقامات پر کسی منتخب ستارہ کے نصف النہاری راسی فاصلے مشاہدہ کیے گئے۔ اب اگر ہر مشاہدہ کے وقت شاقول کی ڈوری ٹھیک نقطہٴ راس کی سمت میں ہو تو ظاہر ہے کہ ستارہٴ مذکور کے مشاہدہ کردہ نصف النہاری راسی فاصلوں کا فرق ان رصد خانوں کے عرض بلدوں کے فرق کے مساوی ہوگا۔ لیکن تجربہ سے معلوم ہوا کہ اول الذکر فرق آخر الذکر سے بقدر ۱۱۵۶ کے زیادہ ہے، اس اختلاف کی

صریحاً ایک ہی وجہ ہو سکتی ہے اور وہ یہ کہ پہاڑ شاقولوں کی ڈوریوں کو کشش کرتا ہے جس کی وجہ سے ایک ڈوری اصلی انتصابی سمت سے شمال کی طرف اور دوسری جنوب کی طرف اتنا ہٹ جاتی ہے کہ ان پہاڑوں کا مجموعہ ۱۱۵۶ ہو جاتا ہے۔

اب پہاڑ کے حجم کا زمین کے حجم کے ساتھ مقابلہ کرنے سے جداگانہ طور پر حساب لگا کر کہ اگر زمین کی اوسط کثافت اضافی پہاڑ کی اوسط کثافت اضافی کے مساوی ہو اس صورت میں شاقول کی ڈوریوں کا پہاڑ کس قدر ہوتا یہ محسوب کیا گیا کہ اس مفروضہ کی بنیاد پر کل پہاڑ بجائے ۱۱۵۶ کے ۲۰۵۸ ہونا چاہیے۔ اس لیے اس سے یہ نتیجہ نکالا گیا کہ زمین کی کثافت اضافی پہاڑ کی کثافت اضافی سے نسبت ۲۰۵۸ : ۱۱۵۶ میں زیادہ ہے۔ اب شی ہالین (جو گار کے پتھر، سنگ، ابرق اور قلمی چُونے کے پتھر کی تقریباً مساوی مقداروں سے مرکب ہے) کی اوسط کثافت اضافی ۲۵۸ معلوم کر لی گئی۔ یہ کثافت اضافی معلوم ہو جانے پر نسبت بالا کے لحاظ سے فوراً یہ معلوم ہو گیا کہ زمین کی اوسط کثافت اضافی ۵۴۰۲ ہے۔ اگر زمین کا حجم معلوم ہو تو اس سے زمین کی کمیت فوراً محسوب ہو سکتی ہے۔

کیونڈشس کا تجربہ — ذیل کا طریقہ پہلے پہل کیونڈش نے ۱۷۹۸ء میں

اختیار کیا۔ اُس نے ایک ہلکی چوبی سلاخ لی جس کے دونوں سروں پر دو چھوٹے گولے لگے ہوئے تھے اور اس کو ایک نہایت باریک تار کے ذریعے افقی وضع میں لٹکا دیا۔ حالت سکون میں آجانے کے بعد دھات کے دو بڑے گولے چوبی سلاخ کے متقابل جانب چھوٹے گولوں کے نزدیک لائے گئے۔ متقابل جانب لانے کی وجہ یہ ہے کہ ان کی کششیں سلاخ کو ایک ہی سمت میں منصرف کریں۔ اس طرح کچھ انصراف پیدا ہوتا ہے اور تار کی لچک اس انصراف کے مزاحم ہوتی ہے۔ اب بڑے گولوں کے محلوں کو بدل دیا جاتا ہے اور ان کو اول الذکر سمتوں کی متقابل سمتوں سے چھوٹے گولوں کے قریب لایا جاتا ہے، جس سے مخالف سمت میں اول الذکر انصراف کے مساوی انصراف پیدا ہوتا ہے۔ ظاہر ہے کہ ہر صورت میں زاویہ انصراف گیندوں کے انتہائی مقامات کے نصف فرق کے مساوی ہے۔ اب اگر زاویہ انصراف طہ ہو تو جو جفت مروڑے ہوئے تار کو کھولنے کے لیے عمل کرتا ہے اُس کی مقدار م طہ ہوگی جہاں م ایک مستقل مقدار ہے

جس کو تار کی مروڑ کی استواری کہتے ہیں۔

اب م کی قیمت بڑے گیندوں کو ہٹالینے کے بعد سلاح کے اہتزازوں کے دور کی مدت کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ اور اس سے چھوٹے گولوں پر وھات کے گولوں کی کشش کی مقدار محسوب ہو سکتی ہے۔ اس قوت کا مقابلہ زمین کی کشش کے ساتھ کرنے سے جس سے کہ یہ چھوٹے گولوں کو کھینچتی ہے، زمین کی کمیت کی نسبت ایک بڑے گولے کی کمیت کے ساتھ محسوب ہو سکتی ہے۔

ایک اور طریقہ جسے پہلے پہل گیونڈاش نے استعمال کیا تھا کھاڑیوں کے اندر جوار بھاٹوں کی کشش کو مشاہدہ کرنے پر مبنی ہے۔ یہی مقصد ایک گہری کان کی چوٹی اور تہ میں ایک رقاص کے اہتزازوں کا مقابلہ کرنے سے بھی حاصل ہو سکتا ہے، ان کے علاوہ اور بہت سے تجربے ہیں جن کی تفصیل اس موقع پر مناسب معلوم نہیں ہوتی۔

سُورج کی کمیت اور زمین کی کمیت کی نسبت کی تعیین

۲۱۲۔ فرض کرو کہ سورج سے زمین کا فاصلہ s ہے اور t اس کی دوری مدت ہے، نیز فرض کرو کہ زمین سے چاند کا فاصلہ r اور t' اس کی دوری مدت بالترتیب t اور t' ہیں۔ لہذا اگر دونوں مداروں کو مستدیر فرض کیا جائے تو

$$\frac{2\pi r^3}{t'^2} = \frac{2\pi s^3}{t^2} \quad \text{زمین کا عمودی اسراع سُورج کی وجہ سے}$$

$$\frac{2\pi r^3}{t'^2} = \frac{2\pi s^3}{t^2} \quad \text{چاند کا عمودی اسراع زمین کی وجہ سے}$$

لیکن اگر m اور m' بالترتیب سُورج اور زمین کی کمیتوں کو تعبیر کریں تو

$$\frac{m}{r^3} = \frac{m'}{s^3} \quad \text{ظاہر ہے کہ زمین کا اسراع سُورج کی طرف : چاند کا اسراع زمین کی طرف = } \frac{m}{r^3} : \frac{m'}{s^3}$$

ملاحظہ ہو نیوٹن کا کلیہ تجاذب دفعہ ۷۰) پس (اس کشش کو جو چھوٹے اجرام بڑے اجرام پر لگاتے ہیں نظر انداز کرنے سے)

$$\frac{m}{r^3} : \frac{m'}{s^3} = \frac{2\pi r^3}{t'^2} : \frac{2\pi s^3}{t^2}$$

$$\frac{س}{ش} = \frac{س^۲}{ش^۲} : \frac{ر}{ت}$$

یعنی

اگر ہم $س$ کو تقریباً ۳۸۵ رکے اور $ت$ کو تقریباً ۱۳ کے مساوی لیں تو مندرجہ بالا نتیجہ سے حاصل ہوتا ہے :-

$$س = \frac{۳۸۵}{۲۱۳} ش = ۳۳۴۶۶۲ ش$$

اب چونکہ زمین کی کمیت معلوم ہے اس لیے سورج کی کمیت معلوم ہو سکتی ہے۔

۲۱۳۔ سیاروں کی کمیتیں — سورج کی کمیت معلوم ہو چکنے

کے بعد اب ہم کسی ایسے سیارہ کی کمیت جس کے ساتھ کوئی تابع بھی ہو نہایت آسانی سے معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلاً مشتری کی صورت میں فرض کرو کہ اس کے مدار کا نصف قطر $س$ ہے اور $ت$ اس کی دوری مدت ہے نیز $ر$ اور $ت$ بالترتیب اس کے توابع ہیں کسی ایک کے مدار کے نصف قطر اور دوری مدت کو تعبیر کرتے ہیں۔ اب مشتری کی کمیت $ش$ ذیل کے تناسب سے معلوم ہو سکتی ہے :-

$$س : ش = \frac{س^۲}{ش^۲} : \frac{ر}{ت}$$

اس سے سورج کی کمیت کی نسبت مشتری کی کمیت کے ساتھ ۱۰۴۷ : ۱ نکلتی ہے، اگر ہم اپنے حسابات کو مشتری کے چار توابع میں سے کسی ایک تابع کی مشاہدہ کردہ دوری مدت اور اس کے اوسط فاصلہ پر مبنی کریں تو بھی یہی نتیجہ حاصل ہوتا ہے۔

جن سیاروں کے ساتھ کوئی تابع نہیں ان کی کمیتیں ان اثرات کو جو سیارات مذکور کی گردش سے دیگر اربکان نظام شمسی پر پیدا ہوتے ہیں ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہیں۔

۲۱۴۔ ثنائی ستاروں کی کمیتیں — اگر کسی ثنائی ستارہ کے مدار کا

نصف محورِ اعظم اور نیز اس کی گردش کا دور معلوم ہو تو ہم سورج کی کمیت کی نسبت،
ثنائی ستارے کے افراد کی کمیتوں کے مجموعہ کے ساتھ ذیل کے تناسب سے معلوم کر سکتے ہیں:-

$$س : ص + ص = \frac{س^3}{ت^3} : \frac{ص^3}{ت^3}$$

جہاں رثنائی ستارہ کے مدار کا نصف محورِ اعظم ہے، ت اس کی دوری مدت ہے
اور ص + ص اس کے افراد کی کمیتوں کا مجموعہ ہے، نیز س، س اور ت سے وہی
مقادیر تعبیر ہوتی ہیں جو دفعہ گذشتہ میں، مثلاً مضاعف ستارہ ع قنطورس
میں اس کے مدار کا نصف محورِ اعظم سورج اور زمین کے فاصلہ کا ۳، ۳ و ۲ گنا ہے
اور گردش کی مدت ۷، ۷ سال ہے، پس اس صورت میں

$$س : ص + ص = ۱ : \frac{۳^۳ + ۳^۳}{۲^۳}$$

یعنی

$$ص + ص = ۲۶۱۴ س$$

اس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ قنطورس ع کے دو ستاروں کی کمیتوں کا مجموعہ
سورج کی کمیت کے دُگنے سے قدرے زیادہ ہے۔

فلکی گولے پر نوٹ

فلکی گولے کی سطح پر ستاروں کے ظاہری مقامات اور کرۂ سماوی کے
مختلف دائروں کے مقامات مندرج ہوتے ہیں۔ یہ گولا ایک ایسے قالب کے اندر
گھومتا ہے جس میں ایک پتیل کا نصف النہار (درجہ دار) لگا ہوتا ہے جو انقباضی
سطح مستوی میں رہتا ہے اور نیز ایک چوڑا، افقی، چوبی حلقہ ہوتا ہے جو افق کو تعبیر
کرتا ہے۔ اس چوبی افق پر سال کے مہینے اور دن، ہر دن کے لیے وقت کی مساوات
اور سورج کا روزانہ طول بلد مرقوم ہوتے ہیں۔ نیز بارہ بُرج بھی ترتیب وار مندرج
ہوتے ہیں، مزید براں سمتوں کو ناپنے کے لیے ایک دائرہ بھی درجوں میں منقسم ہوتا ہے۔
وہ سہارے جن کے گرد یہ گولا گھومتا ہے پتیل کے نصف النہار کے متقاطر نقطے
ہوتے ہیں جو بالترتیب شمالی قطب سماوی اور جنوبی قطب سماوی کو تعبیر کرتے ہیں۔

گولے کے شمالی قطب پر چھوٹا سا پتیل کا دائرہ ہوتا ہے جس کو ساعتی نمائندہ کہتے ہیں اور جس پر گھڑی ڈائیل کی طرح دن کے گھنٹوں کے نشان منقوش ہوتے ہیں۔ اس دائرہ کو انگلیوں کے ذریعے گھما کر اس کے کسی ایک نشان کو نصف النہار کے مقابل میں لاسکتے ہیں لیکن جب اس کو ایک دفعہ جمادیا جائے تو فوک کی وجہ سے یہ فلکی گولے کے ساتھ گھومتا رہتا ہے۔

فلکی گولے پر جو مختلف دائرے کھینچے ہوتے ہیں ان کے متعلق یہ امر قابل مشاہدہ ہے کہ استوا اور طریق شمس کی درجہ بندی درجوں اور درجہ کی کسروں میں کی ہوئی ہے۔

فلکی گولے کو اس طرح رکھنا کہ یہ کسی خاص مقام اور کسی خاص ظاہری وقت پر آسمان کی ہیئت کو تعبیر کرے

(۱) نصف النہار پر جو درجے لگے ہوئے ہیں ان کی مدد سے قطب کو اتنا اونچا کرو جتنا کہ مقام مشاہدہ کا عرض بلد ہے۔

(۲) اُس دن کے لیے طریق شمس پر سورج کا مقام معلوم کرو (اس مقام کی تفصیص فلکی گولے پر کاغذ کا چھوٹا سا ٹکڑا چپکانے سے ہو سکتی ہے) پھر فلکی گولے کو اتنا گھماؤ کہ یہ نشان نصف النہار پر منطبق ہو جائے۔ اب ساعتی نمائندہ کو ۱۲ پر رکھو تب یہ وضع ظاہری ظہر کے متناظر ہوگی۔

(۳) بالآخر گولے کو اس قدر گھماؤ کہ وہ ساعت جس پر آسمان کی ہیئت معلوم کرنا مقصود ہے نصف النہار پر آجائے۔ یہی محل مطلوبہ ہے۔

اگر گولے کو اس طرح رکھا جائے کہ نصف النہار کی سطح مستوی شمالاً جنوباً ہو تو اس سے آسمان پر کے کسی بھی ستارہ کی حقیقی سمت اور اُس کا اضافی مقام راست معلوم ہو سکیگا۔

وہ وقت معلوم کرنا جس پر کوئی جرم سماوی کسی دیے ہوئے مقام پر طلوع یا غروب ہوتا ہے

(۱) قطب کا ارتفاع اتنا بناؤ جتنا کہ اُس مقام کا عرض بلد ہے۔

(۲) فلکی گولے کو اتنا گھماؤ کہ طریق شمس پر سورج کا جو مقام ہے وہ نصف النہار

آجائے اب ساعتی نمائندہ کو ۱۲ پر رکھو۔

(۳) اب اگر ہمیں طلوع کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھا کر جرم زیر بحث کے مقام کو افق کے شرقی کنارہ پر لے آؤ اور اگر ہمیں غروب کا وقت معلوم کرنا ہو تو فلکی گولے کو گھا کر مقام مذکور کو افق کے غربی کنارہ پر لے آؤ اور مطلوبہ وقت ساعتی نمائندہ سے پڑھ لو۔

اسی طریقہ سے کسی جرم سماوی کے نصف النہار پر پہنچنے کا وقت معلوم ہو سکتا

ہے۔

مشقیں

(۱) فلکی گولے کے ذریعے طلوع شمس اور غروب شمس کے ظاہری اوقات ۱۵ اپریل کو معلوم کرو۔

(۲) بتاؤ کہ اُسی تاریخ کو شفق کتنے عرصہ تک رہتی ہے۔

(۳) ۲۵ نومبر کو ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰' شمالی) میں دن کا طول معلوم کرو۔

(۴) شعری (۱) ۱۰ اگست کو (۲) ۱۴ دسمبر کو ڈبلن کے نصف النہار کو کس وقت

عبور کرتا ہے ؟

(۵) ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۴۷° ہے ستارہ ساک راج کسی خاص تاریخ کو

بجے شام کے وقت طلوع کرتا ہے۔ تاریخ کیا ہے ؟

(۶) ہمیں ڈبلن میں ۱۵ اکتوبر کو بجے شام کے وقت نسر واقع کے عہ کی تلاش

آسمان کے کس حصہ پر کرنی چاہیے ؟

زمین پر نصف النہاری خط کھینچنا

ایک ثابت افقی سطح مستوی پر پرکار کے ذریعے بہت سے ہم مرکز دائرے

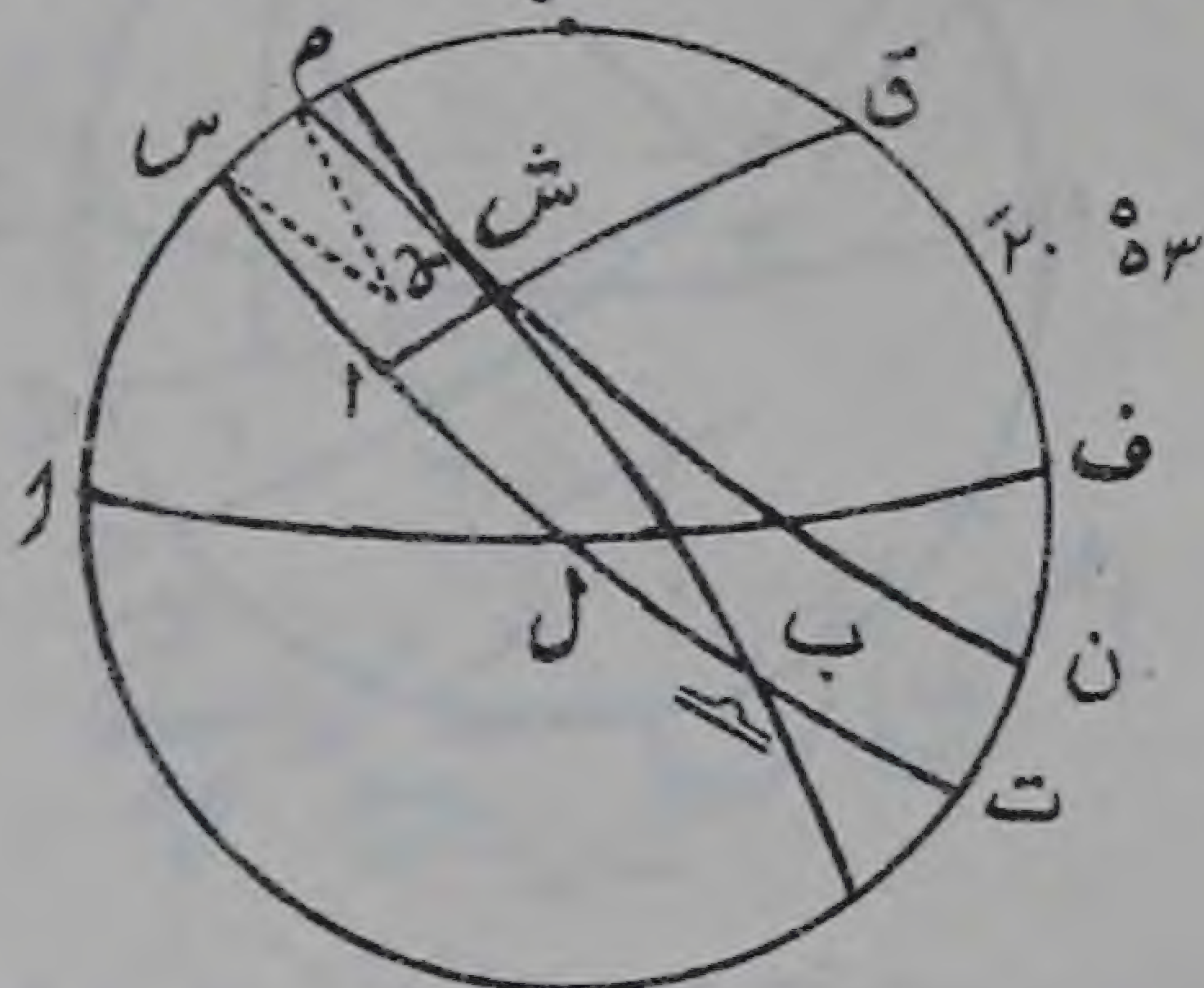
کھینچو۔ ان دائروں کے مشترک مرکز پر سیدھے تار کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا اس افقی سطح

مستوی پر عمود وار ایستادہ کرو۔ قبل ظہر جس نقطہ پر اس تار کا سایہ کسی ایک دائرہ کو

قطع کرتا ہے وہاں نشان لگاؤ نیز سایہ مذکور بعد ظہر جس نقطہ پر اُسی دائرہ کو قطع کرتا ہے

وہاں بھی نشان لگاؤ۔ اب اگر اس دائرہ کا نصف قطر ایسا کھینچا جائے جو ان نقطوں کے

درمیانی قوس کی تقصیف کرے تو یہ نصف قطر نصف النہار پر منطبق ہوگا۔ بہت سے دائرے اس لیے کھینچے گئے ہیں مبادا کہ بادل حائل ہو کر ہمارے مشاہدات میں ہارج ہو۔
ڈبلن (عرض بلد ۵۳° ۲۰') میں ۲۱ جون ۹ بجے صبح کو، افق، طریق شمس، استوا اور سورج کے مقام کی تعیین فلکی گوئے ہیں۔

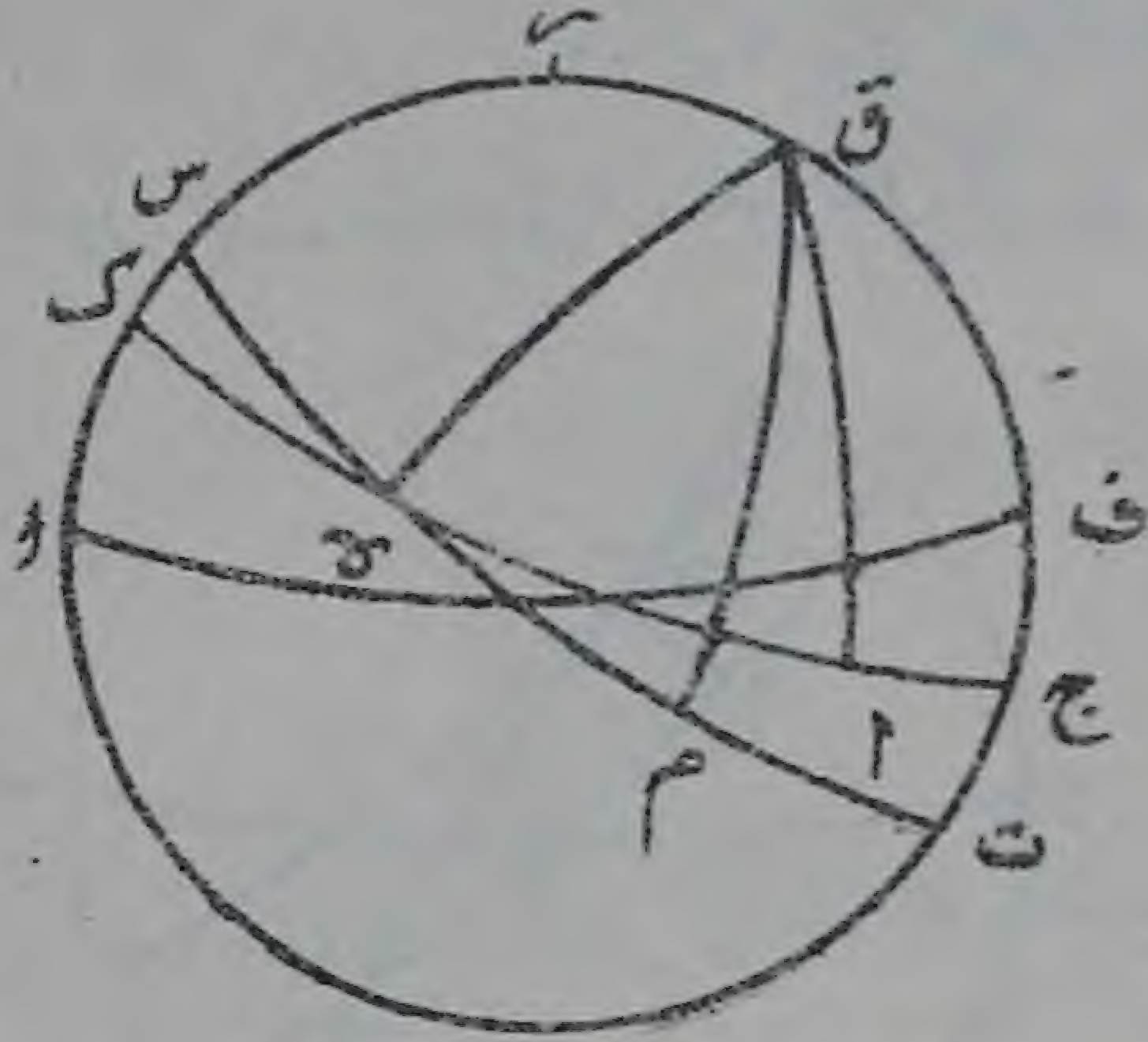


شکل ۸۵

یہاں ق ف (شکل ۸۵) کو جو افق و ف کے اوپر قطب کا ارتفاع ہے ۲۰ ۵۳ کے مساوی بناؤ۔ س م = ۲۸ ۲۳ قطع کرو اور م میں سے م ن استوا س ت کے متوازی کھینچو، تب م ن سے ۲۱ جون کو سورج کا ظاہری یومیہ راستہ تعبیر ہوتا ہے تب چونکہ ۹ بجے صبح سورج کا ساعتی زاویہ ۵۴° مشرق ہوتا ہے اس لیے س ل کی تقصیف ا پر کرو اور اق کو ملاؤ، تب زاویہ س ق ۱ ۵۴° مشرق کا ساعتی زاویہ ہے اور اس ساعت میں سورج کا مقام ش پر ہے۔ جہاں ش ق ۱ اور م ن کا نقطہ تقاطع ہے۔ اب چونکہ ۲۱ جون کو سورج کا صعود مستقیم ۹۰ درجہ ہوتا ہے اور اس محل ۳ سے مشرق کی طرف ناپا جاتا ہے اس لیے سورج میزان ۳۰° سے ۹۰° مغرب کی طرف ہوگا۔ اس لیے اب کو ۹۰° کے مساوی قطع کرو، تب ب پر ہے اور طریق شمس ش ب استوا کو ۳۰° پر اور نیز گرہ کو مقابل کی یعنی مغربی جانب ۳۰° پر قطع کرتا ہے۔

گرہ سماوی پر وہ زاویے معلوم کرنا جن سے کوئی وقت، اوسط

شمسی وقت، اوسط شمس کے صعودِ مستقیم، ظاہری شمسی وقت اور وقت کی مساوات کی پیمائش ہو۔



شکل ۸۶

یہاں ک ج طریق شمس کو تعبیر کرتا ہے جو استوا سے ت کو م پر قطع کرتا ہے، م اور ا بالترتیب اوسط شمس اور ظاہری شمس کے مقام ہیں جہاں اول الذکر استوا پر ہے اور آخر الذکر طریق شمس میں ہے تب زاویہ س ق م کو کبھی وقت کی پیمائش کریگا۔ زاویہ س ق م اوسط شمسی وقت ہوگا۔ م ق م اوسط شمس کا صعودِ مستقیم ہوگا، نیز ظاہری شمسی وقت کی پیمائش زاویہ س ق ا سے اور وقت کی مساوات کی پیمائش زاویہ م ق ا سے ہوگی۔

مشقیں

۱۔ ڈبلن میں ۲۱ مارچ کو (۱) طلوع کے وقت (۲) ظہر کے وقت اور (۳) ۳ بجے بعد ظہر کرہ سماوی کی جو صورتیں نظر آتی ہیں ان کے نقشے کھینچو۔

۲۔ ایک مقام کا عرض بلد ۸۰ شمال ہے، اس مقام پر ۲۱ مئی کو صبح کے ۱۰ بجے اور ظہر کے وقت کرہ سماوی کی جو شکل نظر آتی ہے اس کا نقشہ کھینچو۔

۳۔ اگر سال شمسی کا طول ما ہو، کو کبھی یوم کا طول س ہو، اور اوسط یوم کا طول م ہو،

تو ثابت کرو کہ

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{m} - \frac{1}{a}$$

امتحان کے پرچے

اور

متفرق سوالات

امتحان کے پرچے

[سوالات ذیل از اتا ۱۰۰ ڈبلن کی جامعہ میں سال سوم اور سال چہارم کے طلبہ کو دیے گئے تھے۔ ہر ایک پرچہ ۱۰ سوالات پر مشتمل تھا۔ باقی سوالات لنڈن ورائل یونیورسٹی آئرلینڈ کے امتحانات طلیسان کے پرچوں سے اخذ کیے گئے ہیں]

(۱)

۱۔ ”دوہرے ستاروں“ ”نئے ستاروں“ ”دوری ستاروں“ اور ”سحابوں“ کے متعلق تمہیں جو معلوم ہو بیان کرو۔

۲۔ صراحت کے ساتھ اس امر کی توضیح کرو کہ افق کے قریب سورج اور چاند کے قرص کیوں بیضوی شکل کے معلوم ہوتے ہیں۔

۳۔ اس فقرہ کی وضاحت کے ساتھ توجیہ کرو۔

”اب سے تقریباً ۱۳ ہزار سال کے بعد شمالی قطب سماوی قطبی ستارہ سے تقریباً ۴۹° کے فاصلہ پر ہوگا۔“

۴۔ ”سالانہ اختلاف منظر“ سے کیا مراد ہے ؟

(۱) اگر ایک ثابت ستارہ کے سالانہ اختلاف میں تقریباً ۱۰ ت سکند ہوں تو ثابت کرو کہ اس ستارہ سے ہم تک روشنی پہنچنے کے لیے تقریباً $\frac{1}{10}$ سال کا عرصہ درکار ہوگا۔

۵۔ ستاروں کی گردش کی توجیہات جو ”کوپرنیکی نظام“ اور ”بطلیمیوسی نظام“ سے موسوم ہیں انہیں بالتفصیل بیان کرو اور بتاؤ کہ اول الذکر کی تصدیق سیارہ سفلی کی صورت میں کس طرح ہو سکتی ہے۔

۶۔ کیلر کے کلیہ کو تسلیم کر کے ثابت کرو کہ کسی دو ستاروں کی رفتاروں اور سورج سے ان کے فاصلوں کے درمیان ربط ذیل ہوتا ہے۔ $r : r' = \frac{1}{\sqrt{M}} : \frac{1}{\sqrt{M'}}$ جہاں r اور r' رفتاریں ہیں اور M اور M' فاصلے۔

۷۔ بتاؤ کہ قمر کا کوئی دور کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ نیز بتاؤ کہ ٹھیک اقترانی دور کس طرح محسوب کیا جاتا ہے؟

۸۔ چاند گرہن کے اسباب بیان کرو۔ یہ منظر ہر بدر پر کیوں وقوع پذیر نہیں ہوتا۔ چاند گرہن کی حدود کس طرح متعین کی جاتی ہے؟

۹۔ نصف النہاری دائرہ کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ اسے کسی ستارہ کا (ا) میل (ب) صعود مستقیم معلوم کرنے کے لیے کس طرح استعمال کرتے ہیں۔

۱۰۔ ڈبلن (۱۵° ۱۵' مغرب) میں جب ۱۰ بجے قبل ظہر وقت ہوتا ہے تو بتاؤ واٹن (۲۰° ۱۶' مشرق) اور شکاگو (۴۰° ۴۷' مغرب) میں کیا وقت ہوگا۔

(۲)

۱۱۔ بتاؤ کسی نصف النہار کے ایک درجہ کی پیمائش کس طرح کی جاتی ہے۔ ایک درجہ کے طول کو ۱/۶۹ میل مان کر زمین کا نصف قطر میلوں میں معلوم کرو۔

۱۲۔ کرہ ہوائی سے نور کے انعطاف کا جو اثر کسی ستارہ کے ظاہری مقام پر پڑتا ہے اس کی توضیح شکل کھینچ کر کرو۔ نیز بتاؤ کہ انعطاف کی مقدار تقریباً ستارہ کے راسی فاصلہ کے تناسب سے ہوتی ہے۔

۱۳۔ شفق کی وجہ بیان کرو۔

(۱) کیا شفق پیرس (عرض بلد ۴۸° ۵۰') میں کبھی رات بھر رہ سکتی ہے۔ اپنے جواب کی تائید میں کوئی دلیل پیش کرو۔

۱۴۔ ایک ابدی الظہور ستارہ نصف النہار کو ارتفاع ۱۰° ۱۱' اور ۱۵° ۱۵' پر عبور کرتا ہے مقام کا عرض بلد اور ستارہ کا قطبی فاصلہ معلوم کرو۔

۱۵۔ مشتری کی شرقی اور غربی تربیعوں کے درمیان ۱۷۵ دن کا وقفہ ہوتا ہے اور دو مقابلوں کے درمیان تقریباً ۴۰۰ دن کا۔ اس ستارہ کا سالانہ اختلاف منظر معلوم کرو۔

۱۶۔ بتاؤ کہ چاند کے کسی پہاڑ کی بلندی تاریکی اور روشنی کی حد فاصل سے کسی چمکدار دھبہ کا جو چاند کے کسی تاریک حصہ میں مشاہدہ کیا جائے فاصلہ معلوم کرنے سے کس طرح محسوب ہو سکتی ہے۔ نیز مندرجہ ذیل تقریبی ضابطہ ثابت کرو:-

بلندی میلوں میں = ۵۳۷ × ۲ قسم ع

جہاں م نسبت ہے مشاہدہ کردہ فاصلہ کی چاند کے نصف قطر کے ساتھ اور ع چاند کا ابتعاد ہے۔
 ۱۷۔ کسی علوی ستارہ کی دوری مدت کو زمین کی دوری مدت اور دو متواتر مقابلوں
 کی مشاہدہ کردہ درمیانی مدت کے ذریعہ محسوب کرنے کا ضابطہ ثابت کرو۔
 ۱۸۔ ثابت کرو کہ کسی علوی ستارہ کا نصف سے زیادہ حصہ ہمیشہ دکھائی دیتا ہے
 اور ستارہ بوقت تربع زیادہ سے زیادہ مقبب ہوتا ہے۔

۱۹۔ سورج گرہن اور چاند گرہن کی عام طور پر توجیہ کرو۔
 ۲۰۔ ”وقت کی مساوات“ کی تعریف کرو۔ اور بتاؤ کہ یہ کن اسباب سے پیدا
 ہوتی ہے۔ اس کی بڑی سے بڑی قیمت کیا ہے۔ سال میں یہ کتنی مرتبہ معدوم ہوتی ہے
 اور کن تاریخوں پر۔

(۳)

۲۱۔ ۹۴ تین کے ظاہری راسی فاصلے نیچے کے اور اوپر کے مروروں کے وقت
 بالترتیب ۲۵ ۳ ۱۳۵۲ اور ۱ ۵۳ ۱۸۶۶ جنوب تھے۔ ان مشاہدات میں
 انعطاف کی مقداریں بالترتیب ۲ ۱۶۹ ۱۵۹ تھیں۔ ستارہ مذکور کا میل اور
 مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔

۲۲۔ تفصیل کے ساتھ بیان کرو کہ کسی ستارہ کا نصف النہاری ارتفاع ایک سکندڑ کی
 کسریک صحیح کس طرح مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔

۲۳۔ ستاروں کے مقام پر ضلالت نور کا جو اثر ہوتا ہے اُس کی راست توجیہ کرو
 اور بتاؤ کہ کرہ سماوی پر وہ کس نقطہ کی طرف ہٹے ہوئے معلوم ہوتے ہیں۔

۲۴۔ ضلالت نور کی قدر میں سکندڑوں کی تعداد محسوب کرو۔

۲۵۔ مظاہر ذیل کی نوعیت پر تفصیلی بحث کرو:-

(۱) اعتدالین کا استقبال (ب) کبوتر

ان کی موجودگی کن مشاہدوں سے دریافت ہوتی ہے۔ ان کے دور اور ان کی مقداریں بتاؤ۔

۲۶۔ زمین، چاند کے فاصلہ پر جو سایہ ڈالتی ہے اُس سایہ کی چوڑائی کے محاذی
 زمین پر جو زاویہ بنتا ہے اُس کے لیے سورج کے نصف قطر اور سورج اور چاند کے افقی اختلاف
 منظر کی رقوم میں ایک جملہ دریافت کرو۔ یہ زاویہ بڑے سے بڑا اور چھوٹے سے چھوٹا کب ہوتا ہے۔

۲۷۔ ”شہابی بوجھار کے نقطۂ اشعاع“ سے کیا مراد ہے؟ شہابوں اور مداروں کا باہمی تعلق کن دلائل پر مبنی ہے۔

۲۸۔ یہ فرض کر کے کہ سیاروں کے مدار دائرے ہیں اور سب دائروں کا مشترک مرکز سورج ہے مشتری کے سالانہ اختلافِ منظر کے لیے ایک جملہ اس کے اقترانی دور اور دو متواتر تربیعوں کے درمیانی وقفہ کی رقوم میں معلوم کرو۔

۲۹۔ سمندر پر طول بلد معلوم کرنے کے قمری طریقہ کی تشریح کرو اور اس کے نقائص بیان کرو۔

۳۰۔ اس فقرہ کی تشریح کرو ”اگر چاند زمین کے گرد تقریباً تین یوم میں گردش کرتا تو طول بلد ایسی ہی آسانی سے معلوم ہو سکتا جیسے عرض بلد“

(۴)

۳۱۔ آلہ مرور کی تشریح کرو۔ اور ان خطاؤں کی نوعیت بیان کرو جن کی تصحیح ضروری ہوتی ہے۔

۳۲۔ زمین کے قرص کے محاذی چاند پر جو زاویہ ہے اُسے تم کس طرح معلوم کر سکتے ہو؟

۳۳۔ کسی ستارے کے اصلی مقام سے بوجہ ضلالت اس کے ظاہری مقام سے کی تعیین کے لیے ذیل کا قاعدہ ثابت کرو:-

فرض کرو کہ سورج اس ہے اور نہ طریق الشمس پر ایک ایسا نقطہ ہے جو اس سے ۹۰ درجے ہے، تب سہ دائرہ کبیر سہ نہ پر واقع ہوگا اور سہ سہ = ۲۰۶۵ جب سہ نہ۔

۳۴۔ انعطاف کی قدر کے لیے بریل ٹیبلے کا ضابطہ حاصل کرو۔ اور صحیح صحیح بیان کرو کہ اس کو استعمال کرنے کے لیے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے۔

۳۵۔ ان اصطلاحات سے کیا مراد ہے ”چاند کا دورِ شمعی یا قمریہ (Lunation)“

اور ”دوری مدت“ نیز دوری مدت معلوم کرو جب کہ قمریہ کی قیمت ۲۹۵۳۰.۵۸۸۷ یوم ہے۔

۳۶۔ ذیل کے بیان کی تصدیق کرو۔ ”۱۹ سال کے بعد سورج اور چاند بلحاظ

ثابت ستاروں کے پھر اُسی اضافی مقام پر آجاتے ہیں اور بدر پھر مہینہ کی اُنہی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن ایک گھنٹہ قبل“

۳۷۔ شکل کھینچ کر مندرجہ ذیل کے اضافی مقامات دکھاؤ۔ نبات النعش (Plough)

قطبی ستارہ، سماکِ راج (Arcturus) 'سنبلہ' (Spica)، ممسک العنان
(Capella) -

۳۸۔ ثابت کرو کہ جس وقت زہرہ کا مرور واقع ہونے کو ہوتا ہے تو زہرہ اور سورج
۳۹۔ فی منٹ کی رفتار سے ایک دوسرے کے قریب آتے ہیں۔

۳۹۔ ڈبلن کے عرض بلد کے لیے فوکو (Foucault) کے رقص کا تجربہ بیان
کرو اور اس کی توجیہ کرو۔

۴۰۔ مشاہدہ کی بنا پر زمین کا مدار پیمانہ کا لکھا کرتے ہوئے کس طرح کھینچا جائیگا۔

(۵)

۴۱۔ آلا مرور کی تشریح کرو اور اس کے خط منطاری کی صحیح تعریف کرو۔

۴۲۔ بتاؤ کہ کوئی زاویہ ایک سکند کی کسریک صحت کے ساتھ کس طرح لایا جاسکتا ہے۔

۴۳۔ چند ایسے واقعات بیان کرو جو صحت کے ساتھ مشاہدہ ہوئے ہیں اور جن کی
توجیہ سوائے اس مفروضہ کے کہ زمین اپنے محور کے گرد گردش کرتی ہے اور کسی طرح نہیں کی جاسکتی
۴۴۔ ضلالتِ نور کی براہِ راست توجیہ کرو اور ضلالت کا مستقل محسوب کرو۔

۴۵۔ یہ تسلیم کر کے کہ انعطاف کی مقدار راستی فاصلہ کے مماس کے متناسب ہوتی ہے
بتاؤ کہ انعطاف کی قدر کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

۴۶۔ ”بحری جنتری“ میں سورج کا میل ہر تین تین گھنٹے کے وقفہ کے لحاظ سے
مندرج ہوتا ہے۔ بتاؤ کہ اس سے سورج کا میل ہر کسی آن کے لیے کس طرح محسوب کیا جاسکتا
ہے۔ بناءً علیہ سورج کے ایک مشاہدہ سے مقام کا عرض بلد معلوم کرو۔

۴۷۔ اعتدالین ربیع و خریف کی شام کو بوقت غروب خط استوا، طریق شمس
اور افق کے محل، شکل کھینچ کر دکھاؤ۔ اور ہر صورت میں ڈبلن کے عرض بلد کے لیے افق اور
طریق شمس کا درمیانی زاویہ محسوب کرو۔

۴۸۔ کبواور اعتدالین کے استقبال سے کیا مراد ہے۔ اُن کی موجودگی کا
کس طرح پتا چلا تھا۔

۴۹۔ کسی معینہ نصف النہار پر اوسط وقت اور اس کے تناظر کو کبھی وقت کے
باہمی ربط کے متعلق ذیل کے بیان کی تصدیق کرو۔

کو کبی وقت = اوسط وقت + اوسط سورج کا صعود مستقیم۔

۵۰۔ چاند کی دوری مدت معلوم کرنے کے لیے کن کن مشاہدات کی ضرورت ہے؟
اسے محسوب کرنے کے لیے جس ضابطہ کی ضرورت ہے اسے لکھ ڈالو۔

(۶)

۵۱۔ یہ فرض کر کے کہ زمین ایک کرہ ہے بتاؤ کہ اس کا قطر کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔

۵۲۔ شکل کھینچ کر سمجھاؤ کہ سورج کے میل کی تبدیلی سے موسموں کا تواتر کس طرح پیدا ہوتا ہے۔

۵۳۔ جن مقامات پر شفق تمام رات باقی رہتی ہے ان کے عرض بلد کی حدود بتاؤ
جب کہ سورج کا میل $90^\circ + 15^\circ$ ہو۔

۵۴۔ یہ فرض کر کے کہ چاند کا افقی اختلاف منظر $\frac{1}{4}$ ہے اور ظاہری قطر $19' 43''$ ہے اس کا قطر میلوں میں معلوم کرو۔

۵۵۔ عطارد کے اسفل اقتراٹوں کا درمیانی وقفہ ۸۵.۸ دن ہے۔ اس کی دوری مدت معلوم کرو۔

۵۶۔ مختلف موسموں میں چاند کے طلوع و غروب کے متعلق مختصر مضمون لکھو۔

۵۷۔ کسی مقام کا نصف النہار کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔ تفصیل سے بیان کرو۔

۵۸۔ سمندر پر طول بلد معلوم کرنے کا قمری طریقہ مع اس کے نقائص کے بیان کرو۔

۵۹۔ ستارہ زہرہ کی اقامت اور رجی حرکت کی توجیہ کرو۔

۶۰۔ سیاروں کے فاصلوں کے متعلق بوڈ کا کلیہ کیا ہے۔

(۷)

۶۱۔ یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کسی معینہ تاریخ کو شب کے کسی خاص گھنٹے میں کسی خاص مقام پر کون کونسے ستارے دکھائی دینگے تم سماوی گولہ کس طرح استعمال کرو گے۔

۶۲۔ یہ فرض کر کے کہ باقی تمام قسم کی تصحیجیں ہو چکی ہیں۔ اس امر کا اطمینان کس طرح کیا جاسکتا ہے کہ وہ بڑا دائرہ جس پر آلہ مرور کا خط منظاری حرکت کرتا ہے اس مقام کے نصف النہار پر منطبق ہوتا ہے۔

۶۳۔ کسی ستارہ کا ارتفاع مشاہدہ سے جب $51^\circ 13'$ معلوم کیا گیا ہے یہ فرض

کر کے ۴۵ کے ارتفاع پر انعطاف کی مقدار ۵۸ و ۲ ہے ستارہ مذکور کا صحیح مقام محسوب کرو۔
۶۳۔ کسی معینہ تاریخ پر اوسط ظہر کو کوکبی وقت ۱۴ گھنٹے تھا بتاؤ کہ اوسط اوپر کو
۵۰ دن کے بعد اسی مقام پر کوکبی وقت کیا ہوگا۔ شمسی سال کا طول $\frac{1}{365}$ دن مانا جائے۔

۶۵۔ اُن مختلف اسباب کی تشریح کرو جن کی وجہ سے ہم چاند کی نصف سطح سے
کچھ زیادہ دیکھ سکتے ہیں۔

۶۶۔ طریق الشمس پر ایک ستارہ کا طول بلد ۲۵ ہے ضلالت کی وجہ سے
ستارہ مذکور کے مقام کی تبدیلی معلوم کرو جب کہ سورج کا طول بلد ۱۳۵ ہو۔ ضلالت کا
مستقل ۲۰ و ۳۵ مانا جائے۔

۶۷۔ سورج سے زہرہ اور زمین کے جو فاصلے ہیں اُن کی نسبت معلوم کرنے کا طریقہ
بالتشریح بیان کرو۔

۶۸۔ صحیح صحیح بیان کرو کہ سمندر پر عرض بلد کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔

۶۹۔ مشتری کے توابع کے متعلق ہم ذیل کے مشاہدات کر سکتے ہیں۔ اُن کے

سیاروں کا مرور اُس کے قرص پر اُن کے گرہن، اُن کے احجاب اور خود اُن کے مرور۔
شکل کھینچ کر ان منظرہات کی توضیح کرو۔

۷۰۔ یہ فرض کر کے کہ سیاروں کے مدار دائرے ہیں جو ایک ہی سطح مستوی

میں یکساں رفتار سے مرتسم ہوتے ہیں کسی سیارہ کی دوری مدت کے لیے ضابطہ معلوم کرو
جب کہ دو افتراؤں کی درمیانی مدت معلوم ہو۔

(۸)

۷۱۔ اگر تمہیں ایک سماوی گولا دیا جائے تو بتاؤ اس کو استعمال کر کے تم

کس طرح معلوم کرو گے کہ ۲۳ جنوری ۱۸۹۳ء کو ڈبلن میں قلبِ اسد تقریباً کس وقت
نصف النہار پر سے گزرے گا۔

۷۲۔ اصطلاحات ذیل کی تعریف کرو: صعودِ مستقیم، میل، سماوی طول بلد،
السمت۔

۷۳۔ سورج کا چھوٹے سے چھوٹا ظاہری قطر ۳۱' ۳۲' اور بڑے سے بڑا

۳۲ ۳۶ ۴۲ ہوتا ہے۔ اس سے زمین کے مدار کا خروج مرکز محسوب کرو۔
 ۴۴۔ زمین کے گرد چاند کی حرکتوں پر عام طور پر تفصیلاً بحث کرو۔
 ۴۵۔ ایک شکل کھینچ کر زہرہ کی ظاہری اضافی جسامت اور اس کے قرص کے اُن حصوں کو دکھاؤ جو منور معلوم ہوتے ہیں جب کہ زہرہ بالترتیب عین اقترانِ سفلی میں آنے سے کچھ پہلے ہو، جب کہ اس کی روشنی اعظم ہو، جب کہ یہ مقبب ہو اور جب کہ یہ اقترانِ علوی پر ہو۔

۴۶۔ مشتری کا بیرونی تابع مشتری سے ۱۱ لاکھ ۷۰ ہزار میل کے فاصلہ پر ہے اور وہ مشتری کے گرد ۱۲ دن ۱۶ گھنٹوں میں ایک کال گردش کرتا ہے۔ اگر یہ معلوم ہو کہ سب سے اندرونی تابع مشتری سے ۲ لاکھ ۶۲ ہزار میل کے فاصلہ پر ہے تو محسوب کرو کہ اسے مشتری کے گرد ایک گردش پوری کرنے کے لیے کتنی مدت چاہیے۔

۴۷۔ ثابت کرو کہ جب ہم مرتج کے قریب ترین ہوتے ہیں تو اس کی ظاہری حرکت رجحی ہوتی ہے اور جب بعید ترین ہوتے ہیں تو حرکت راست ہوتی ہے۔

۴۸۔ نور کی ضلالت کی وجہ سے کوئی ستارہ اپنے اصلی مقام سے زیادہ سے زیادہ ۳۰ ۶۳ ہٹا ہوا معلوم ہو سکتا ہے۔ اس بنا پر نور کی رفتار محسوب کرو۔ یہ فرض کر کے کہ زمین ۱۹ میل فی سکند کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔

۴۹۔ یہ تسلیم کر کے کہ کسی خاص روز گریچ میں اوسط سورج کا صعودِ مستقیم ۱۲ بجے، ۱۰ گھنٹے تھا ایک ایسے مقام پر جس کا طول بلد ۹۰ مغرب ہے اسی روز معمولی گھڑی میں کیا وقت ہو گا جب کہ اس مقام پر ہستی گھڑی کا وقت ۳۱ گھنٹے ہو۔ تم فرض کر سکتے ہو کہ کوئی دن اوسطاً ۳۱ گھنٹے ۵۶ منٹ ۳۳ سکند کا ہوتا ہے۔

۵۰۔ کن امور میں سیاروں کی حرکتیں ایسے، بیلہ اور ہیلی کے سے دُما زاروں کی حرکتوں کے مشابہ ہیں اور کن میں مختلف۔

(۹)

۵۱۔ تفصیل کے ساتھ بتاؤ کہ کن پیمائشوں اور حسابی عملوں سے زمین کے قطر کا طول معلوم کیا جاتا ہے۔

۵۲۔ کرہ ہوائی کے انعطاف کا کلیہ بیان کرو اور اسے ثابت کرو۔

انفی انعطاف تقریباً ۲۵° ہے۔ تم اسے کس طرح ثابت کرو گے۔

۸۳۔ سورج کے گرد زمین کی سالانہ گردش کے متعلق اپنے دلائل بیان کرو۔

۸۴۔ تمہیں شمسی دھبوں کے متعلق جو معلوم ہے بیان کرو اور بتاؤ کہ ان کے مشاہدات سے کیا نتائج اخذ کیے جاتے ہیں۔

۸۵۔ اگر کوئی مشاہدہ کنندہ قطب شمالی تک پہنچ سکتا اور وہاں اعتدال ربیع سے اعتدال خریف تک ٹھہر سکتا تو بتاؤ کہ (۱) وہ سورج کی روشنی اور (۲) چاند کی روشنی کے متعلق کیا منظریات دیکھے گا۔

۸۶۔ چاند کی اقترانی مدت ۲۹، ۵۳ دن فرض کر کے اس کی کوکبی مدت معلوم کرو۔ اقترانی مدت صحیح منہج کس طرح معلوم کی جاتی ہے۔

۸۷۔ اعتدال ربیع کے قریب نئے چاند کے طلوع میں ہر شب کو جو تاخیر ہوتی ہے وہ سال کے کسی دوسرے وقت کے نئے چاند کی تاخیر سے کم ہے۔ اس منظر کی توجیہ کرو۔

۸۸۔ سورج گرہن کا سبب بیان کرو اور تفصیل سے بتاؤ کہ کن حالات میں یہ (۱) کامل، (۲) ناقص اور (۳) حلقہ نما ہوگا۔

۸۹۔ سیارہ عطارد کی رفتار ۳۰ میل فی سکنڈ فرض کر کے زحل کی رفتار بوڈ کے کلیہ سے محسوب کرو۔

۹۰۔ سمندر پر (۱) وقت پیمائے ذریعہ (۲) چاند کے مشاہدات سے، طول بلد معلوم کرنے کے طریقے صحیح صحیح تفصیل کے ساتھ بیان کرو۔

(۱۰)

۹۱۔ ان مشاہدات کو بیان کرو جن کی مدد سے زمین کا فاصلہ سورج سے معیاری گز کی رقوم میں معلوم کیا جاتا ہے (زمین کو کامل کرہ فرض کر سکتے ہیں)۔

۹۲۔ ان کے علاوہ اور کونسے مشاہدات چند ثابت ستاروں کے فاصلے محسوب کرنے کے لیے ضروری ہیں۔

۹۳۔ ایک مقام کا عرض بلد ۵۸° ۵۹' شمال ہے وسط سرما اور وسط گرما کے روز مقام مذکور پر سورج کے نصف النہاری ارتفاع معلوم کرو۔

۹۴۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ بعض ستارے سورج سے تمام زاویائی فاصلوں پر دکھائی

دیتے ہیں اور بعض صرف اُس صورت میں دکھائی دیتے ہیں جب کہ وہ سورج سے ایک خاص زاویہ فاصلہ کے اندر واقع ہوتے ہیں۔

۹۵۔ ہستی گھڑی کو کس طرح تنظیم دیا جاتا ہے۔

۹۶۔ اس امر کی توجیہ کس طرح کرو گے کہ شہاب ثاقب کی بعض بڑی پوچھاریں دوری ہوتی ہیں۔

۹۷۔ اس امر سے کہ چاند ہمیشہ زمین کے سامنے اپنا وہی رخ رکھتا ہے اپنے محور کے گرد چاند کی حرکت کی مدت کس طرح محسوب کی جاتی ہے۔

۹۸۔ موسم گرما، موسم سرما سے لمبا کیوں ہوتا ہے۔ کیا جنوبی نصف کرہ کے لیے بھی یہ کہنا درست ہے۔

۹۹۔ کسی معینہ مقام پر سال کے موسموں کے ساتھ ساتھ شفق کی مدت کیسے بدلتی رہتی ہے۔

۱۰۰۔ اسے کس طرح ثابت کریں گے کہ ستارہ کا ارتفاع انعطاف کی وجہ سے ایسے بدلتا ہے جیسے راسی فاصلہ کا تماس۔

(۱۱)

متفرق سوالات

۱۰۱۔ سیاروں کی دوری مدتوں کے متعلق مکپلر کا کلیہ بیان کرو اور اسے مستدیر مداروں کی صورت میں کلیہ تجاذب سے اخذ کرو۔ ایک شہابہ کی دوری مدت

محسوب کرو جو سورج کے گرد اس کی سطح کے قریب مستدیر مدار بنارہا ہو۔ (بی۔ ای۔ لنڈن)

۱۰۲۔ ۱۲ مارچ کو استوا پر کے کسی مقام پر سورج کے طلوع ہونے کے لیے کتنا عرصہ چاہیے؟ کیا یہ عرصہ دوسرے اوقات میں اور دوسرے مقامات پر کے متناظر

عرصہ سے بڑا ہوتا ہے یا چھوٹا؟ اگر مشاہدہ کنندہ سمندر میں جہاز پر بحباب ۱۰ میل فی گھنٹہ رفتار سے ٹھیک مشرق کی جانب سفر کر رہا ہو تو اس عرصہ میں کیا فرق واقع

ہوگا۔ (سورج کے قطر کو نصف درجہ تصور کر سکتے ہیں)۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۳۔ کسی جرم فلکی کا میل مشاہدہ سے کس طرح معلوم کیا جاتا ہے؟ چاند کے

مرکز کا میل ایک ہی آن میں دو مختلف عرض بلدوں پر کی رصدگاہوں میں مشاہدہ کیا جاتا ہے۔
ثابت کرو کہ نتائج میں زاویہ کے اختلاف کی مقدار اسی رتبہ کی ہوگی جس رتبہ کی ایک درجہ
کی مقدار ہوتی ہے۔ نیز چاند کا جو میل بحری جہتوں میں مندرج ہوتا ہے اس کے صحیح
معنی بیان کرو۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۴۔ صلیب جنوبی کے ستاروں کا مجمع صعود مستقیم ۱۲° پر ہے اور شمالی قطبی فاصلہ
 ۱۵۲° پر۔ وہ بڑے سے بڑا شمالی عرض بلد معلوم کرو جس پر یہ کبھی نہ کبھی دکھائی دیتا ہے
اور یہ بھی بتاؤ کہ سال میں یہ کس وقت دکھائی دے سکتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)
۱۰۵۔ سطح زمین پر طول بلد کی صحیح تعریف کرو اور وہ اصول بیان کرو جن کے
ذریعے اس کی تعیین کی جاتی ہے۔

استوا پر طول بلد کے ایک درجہ کے طول کو عرض بلد کے ایک درجہ کے طول کے ساتھ جو
نسبت ہے اُسے معلوم کرو۔ جب کہ زمین کو ایک کرہ فرض کیا جائے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)
۱۰۶۔ موسموں کے اسباب کی تشریح کرو، اگر زمین کا محور طریق شمس پر تقریباً
علی القوایم ہوتا تو اُن کی نوعیت کیا ہوتی۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۷۔ کسی ستارہ کا اختلاف منظر کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔ ایک ستارہ کا اختلاف منظر
۵۰ دریاقت ہوا ہے۔ اس کا فاصلہ ایسے اعداد تک صحیح معلوم کرو جو عملاً
قابل اعتماد ہوں۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۸۔ یہ معلوم ہے کہ ایک قمریہ ۶۰۳، ۵۳ دن کا ہوتا ہے اور چاند کے عقدہ کی
اقتراانی گردش کا دور ۶۶، ۴۶ دن کا ہوتا ہے۔ مکمل تشریح کے ساتھ ثابت کرو
کہ سورج اور چاند کے گرہن تقریباً ۱۸ سال ۱۰ دن کے وقفہ کے بعد اپنی سابقہ ترتیب
میں عود کریں گے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۰۹۔ ضلالت نور کا اثر ہستی مشاہدات پر کیا ہوتا ہے اس کی تشریح کرو۔ کیا
ستاروں کے مشاہدات میں ضلالت نور کی وجہ سے جو فضا میں نظام شمسی کی حرکت سے
پیدا ہوئی ہو تصحیح کرنا ضروری ہوتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۰۔ مدار ارض کا خروج مرکز $\frac{1}{4}$ ہے۔ بتاؤ کہ ضلالت نور کی قدر کا کتنا
فی صدی اس وجہ سے دوران سال میں بدلتا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۱۱۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ چھوٹے سے چھوٹے دن کے بعد چند دنوں تک معمولی گھڑی کی رُو سے طلوعِ آفتاب کا وقت پیچھے ہوتا جاتا ہے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۲۔ کن مشاہدات سے اعتدالین کا استقبال معلوم کیا گیا ہے۔ اس کا اثر کسی ستارہ کے صعودِ مستقیم، میل، عرض بلد اور طول بلد پر کیا اثر پڑتا ہے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۳۔ تم سورج کا میل جب کہ یہ افق کے شمال مشرقی نقطہ پر طلوع کر رہا ہو کس طرح معلوم کرو گے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۴۔ تین زہرہ اور زمین کی دوری مدت معلوم ہے بتاؤ کہ زہرہ کے بڑے سے بڑے مشرقی اور مغربی ابتعادوں کا درمیانی وقفہ مشاہدہ کرنے سے اس کا فاصلہ (سورج سے) زمین کے مدار کے نصف قطر کی رقوم میں کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۵۔ ایک سیارہ سفلی کا بڑے سے بڑا ابتعاد معلوم ہے اس سے سیارہ مذکور کی دوری مدت محسوب کرو کسی سیارہ کی اقترانی مدت سے کیا مراد ہے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۶۔ ثابت کرو کہ چاند، زمین اور سورج کی کششوں کے زیر اثر حرکت کرتے ہوئے ہمیشہ سورج کی طرف عمل کرنے والی ایک ترکیبی قوت کے زیر عمل ہوتا ہے اور بناؤ علیہ اس کا مدار ہمیشہ سورج کی طرف متغیر رہتا ہے [چاند کے مدار کا نصف قطر زمین کے مدار کے نصف قطر کا $\frac{1}{100}$ مانا جاسکتا ہے اور ہمیشہ اور سال کے طول فرض کر لیے جاسکتے ہیں]۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۷۔ سترہویں صدی عیسوی میں ریشی (Richer) نے یہ معلوم کیا کہ اگر ایک زجاجی گھڑی جسے پیرس میں ٹھیک کر کے چلا گیا تھا جب کیئن (Cayenne) پہنچی تو یہ ہر روز ۲ منٹ ۲۸ سکنڈ پیچھے رہ جاتی تھی۔ اس سے یہ نتیجہ اخذ کرو کہ جاذبہ ارض "کیئن" میں نسبت پیرس کے تقریباً بقدر ۱۱.۵ فٹ سکنڈ اکائی کے کم ہے۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۸۔ سیاروں کی کمیتیں ان کے توابع کی دوری مدتوں کو مشاہدہ کرنے سے کس طرح معلوم ہو سکتی ہیں۔ (بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۱۹۔ تفصیلاً بیان کرو کہ نصف النہار پر سے ایک ابدی الظہور ستارہ کے مروروں کو مشاہدہ کرنے سے (۱) ستارہ مذکور کا میل اور (۲) رصد گاہ کا عرض بلد، کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔

عرض بلد میں ایک سکند کی خطا سطح زمین پر کتنے فٹ کی خطا کے متناظر ہوگی۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۰۔ رصد گاہ میں سہتی گھڑی کی خطا کی شرح ٹھیک ٹھیک کس طرح معلوم

کی جاتی ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۱۔ وقت کی مساوات سے کیا مراد ہے؟ اس کی مقدار دو سال میں کس طرح بدلتی رہتی ہے۔

یکم نومبر کو طلوع شمس اور غروب شمس کے اوقات بلحاظ اوسط وقت کے بالترتیب

۱۔ گھنٹہ ۵۶ منٹ اور ۳۴ گھنٹے ۳۱ منٹ ہیں۔ اُس دن کے لیے وقت کی مساوات معلوم کرو۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۲۔ طول بلد کے ایک درجہ کا طول براہ راست کس طرح ناپا جاسکتا ہے۔ مختلف

عرض بلدوں میں کس طرح مختلف ہوتا ہے۔

ایک نقشہ میں یہ درج ہے کہ ٹورڈوس وقت گرینچ کے وقت سے ۲۰ منٹ

۳۲ سکند پیچھے ہے اور نارویج میں ۵ منٹ ۸ سکند آگے۔ ان مقامات کے طول بلدوں کا

فرق درجوں میں معلوم کرو۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۳۔ تفصیلاً بیان کرو کہ چاند کا فاصلہ کس طرح ناپا گیا ہے۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۴۔ ستاروں کے ظاہری مقام پر ضلالت نور کا جو اثر ہوتا ہے اُسے تفصیل

کے ساتھ بیان کرو۔ (بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۵۔ ثابت کرو کہ شہابوں کا ایک جھنڈ جو متوازی خطوں میں حرکت کرتا ہوا

زمین کے کرۂ ہوائی میں سے گزرتا ہے تو ایسا معلوم ہوتا ہے گویا ایک نقطہ سے اس کا

اشعاع ہوتا ہے۔ نیز بتاؤ کہ اس نقطہ کی سمت اور زمین کی حرکت اور شہابوں کی رفتار

کا لحاظ رکھتے ہوئے فضا میں اُن کی اصلی حرکت کی سمت کس طرح معلوم ہو سکتی ہے۔

(بی۔ ایس سی۔ لنڈن)

۱۲۶۔ اگر ایک ابدی الظہور ستارہ کے ظاہری نصف النہاری ارتفاع ۴۵°

اور ۶۰° ہوں تو اس ستارہ کا میل اور مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔ الخطاف کی

قدر ۵۸۵۲ ہے۔

۱۲۷۔ یہ معلوم کرنے کے لیے کہ زہرہ زیادہ سے زیادہ چمکدار کس وقت ہوتا ہے کن شرائط کو ملحوظ رکھنا پڑیگا۔ بتاؤ کہ تقریبی طور پر اُس کا مقام اور اُس کی شکل کیا ہوگی جب کہ وہ زیادہ سے زیادہ چمکدار ہو۔

۱۲۸۔ ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۲۵ منٹ ۲۲ سکند غرب ہے ہیئتِ وقت یکم ستمبر ۱۸۹۳ء کو ۵ گھنٹہ ۱۰ منٹ ۱۶ سکند تھا۔ بتاؤ کہ اس کے متناظر اوسط وقت کیا ہوگا۔ جب کہ یہ معلوم ہو کہ گریخ میں اوسط ظہر کو اوسط سورج کا صعود مستقیم یکم ستمبر ۱۸۹۳ء کو ۱۰ گھنٹہ ۲۳ منٹ ۲۹ سکند ہے اور زمین اپنے محور کے گرد ۲۳ گھنٹے ۵۶ منٹ ۳۳ سکند میں گھومتی ہے۔

۱۲۹۔ اگر ایک ستارہ طریق شمس پر واقع ہو تو ثابت کرو کہ اس کا اختلافِ منظر صفر ہوگا جب کہ اس کی ضلالت اعظم ہو اور برعکس اس کے جب اس کی ضلالت صفر ہو تو اختلافِ منظر اعظم ہوگا۔

۱۳۰۔ شعریٰ کا صعود مستقیم ۶ گھنٹے ۳۸ منٹ ہے اور جنوبی میل ۱۶ ۳۰°، بتاؤ کونسے مہینہ میں شام کو ۶ بجے کے قریب یہ ٹھیک جنوب میں دکھائی دے گا۔ کیا یہ توقع کی جاسکتی ہے کہ یہ جزائرِ برطانیہ میں کسی جگہ جون میں کسی وقت دکھائی دے گا۔ عام طور پر بیان کرو کہ دنیا کے کونسے حصوں میں یہ جون میں دکھائی دے گا۔

۱۳۱۔ بتاؤ کہ ایک ایسے ابدی الظہور ستارہ کے مشاہدات سے جس کا میل معلوم ہو الغلاف کی قدر کس طرح محسوب کی جاسکتی ہے۔

۱۳۲۔ طلوعِ قمر میں اوسط تاخیر محسوب کرو اور شکل کھینچ کر دکھاؤ کہ دُبلن کے عرض بلد پر یہ تاخیر بڑی سے بڑی اور چھوٹی سے چھوٹی کب ہوگی۔

۱۳۳۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ زہرہ کبھی صبح کے ستارہ کے طور پر اور کبھی شام کے ستارہ کے طور پر دکھائی دیتا ہے اگر مشتری اور زہرہ شام کے ستارے ہوں اور ساکن ہوں تو بتاؤ کہ یہ کس طرف حرکت کرنا شروع کریں گے۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۴۔ کیا دھوپ گھڑی کا وقت معمولی گھڑی کے وقت کے مطابق ہوتا ہے۔ اپنے جواب کی تشریح کرو اور بتاؤ کہ وقت کی مساوات کا وہ جزو جو مدارِ ارض کے خروجِ مرکز کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے مثبت کب ہوتا ہے۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۵۔ ثابت کرو کہ انعطافِ نور سے کسی جسمِ فلکی کا ہٹاؤ راسی فاصلہ کی چھوٹی قیمتوں کے لیے راسی فاصلہ کے حماس کے تقریباً متناسب ہوتا ہے اور بتاؤ کہ سطحِ زمین پر ہوا کے انعطاف کی قدر ایک ابدی الظہور ستارہ کے دو نصف النہاری ارتفاعوں کو مشاہدہ کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے جب کہ اس ستارہ کا میل معلوم ہو۔

(آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۶۔ ایک رصدگاہ میں کسی ثابت ستارہ کا صعودِ مستقیم معلوم کرنے کے لیے کیا عمل کرو گے جب کہ کوئی گھڑی کی نمائندہ خطا اور باقی سب ستاروں کے صعودِ مستقیم معلوم ہوں۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۷۔ وقت کی مساوات کی وجہ بیان کرو اور دورانِ سال میں اس کی قیمت کو مرتسم کرو اور بتاؤ کہ کیا یہ ایک ہی دن متواتر سالوں میں مستقل رہتی ہے۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۸۔ ایک معینہ ستارہ کا میل دیا گیا ہے۔ بتاؤ کہ کس طرح اس کے مشاہدات سے تم اپنا عرض بلد معلوم کرو گے۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۳۹۔ ضلالتِ نور کا منظر بیان کرو۔ ثابت کرو کہ اس سے اور نور کی رفتار معلوم کرنے کے متعلق فو کو کے تجربہ سے، سورج سے زمین کا فاصلہ محسوب ہو سکتا ہے۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۰۔ یہ فرض کر کے کہ سیارے سورج کے گرد دائروں میں حرکت کرتے ہیں کیپلر کے تیسرے کلیہ کو تجاذب کے متعلق منقلب مربعوں کا کلیہ اخذ کرنے کے لیے استعمال کرو۔

(بی۔ اے۔ آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۱۔ چھوٹے سے چھوٹا عرض بلد معلوم کرو جہاں شفق تمام رات دکھائی دیتی ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے کہ شفق منطقہ حارہ کے مقامات پر اتنی دیر نہیں رہتی جتنی دیر دیگر ممالک میں رہتی ہے اس کی مدت چھوٹی سے چھوٹی کب ہوتی ہے۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۲۔ بتاؤ کہ ایک معلومہ ستارہ کو نصف النہاری مرور کے وقت مشاہدہ کرنے سے کسی مقام کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتا ہے۔ ایک مقام پر جس کا عرض بلد ۵۰ درجے شمال ہے اُن ستاروں کے مقاموں کی حدود معلوم کرو جو ہمیشہ

آفق کے اوپر رہتے ہیں۔ (آر۔ یو۔ آئی)

۱۴۳۔ ایک ہی شکل میں استوائی سماوی، آفق، طریق شمس اور کسی ستارہ کا عرض بلد، طول بلد، میل، صعود و مستقیم، ساعتی زاویہ اور سمت دکھاؤ۔

۱۴۴۔ ڈبلن میں قدر اول کے جو بڑے بڑے ستارے نظر آتے ہیں ان کے نام لکھو اور بتاؤ کہ تم ان کو کس طرح پہچانو گے۔

۱۴۵۔ فرض کرو کہ تم آلہ مرور کی خطائیں معلوم کرنا چاہتے ہو، مناسب ترتیب سے بتاؤ کہ تم کس طرح عمل کرو گے۔ نیز بتاؤ کہ قطبی نقطہ اور راسی نقطہ سے کیا مراد ہے۔

۱۴۶۔ ایک ہی قسم کے مشاہدات سے کسی مقام پر انعطاف کی قدر اور مقام مذکور کا عرض بلد کس طرح معلوم ہو سکتے ہیں۔

۱۴۷۔ بتاؤ کہ مصنوعی آفق کے ذریعہ تم سورج کا ارتفاع کس طرح معلوم کرو گے۔

۱۴۸۔ ۲۱ مارچ کو نقطہ راس الحمل آفق پر تقریباً کس وقت آئیگا۔ صلی وقت کن حدود کے درمیان ہوگا۔

۱۴۹۔ دھوپ گھڑی کی تشریح کرو۔

۱۵۰۔ کبھی ایسا اتفاق ہوتا ہے کہ ایک مہینہ کے اندر تین گرہن لگتے ہیں اس کی

کیا وجہ ہے۔

۱۵۱۔ ان دلائل کو بالتفصیل بیان کرو جن کی بنا پر شہابی بوجھاروں اور وطار

تاروں کا تعلق معلوم کیا گیا ہے۔

۱۵۲۔ سمندر پر مقامی وقت اور طول بلد کس طرح معلوم کیے جاتے ہیں۔

۱۵۳۔ وہ زاویہ کس طرح معلوم کیا جاتا ہے جو زمین کے محاذی چاند پر بنتا ہے۔

۱۵۴۔ فضا میں چاند کے مدار کے محل اور چاند کی حرکت کو بالتفصیل بیان کرو اور

تشریح کرو کہ گرہن ایک مدت کے بعد سابقہ تاریخوں پر کس طرح عود کرتے ہیں۔

۱۵۵۔ کسی ستارہ کے ظاہری راسی فاصلے اوپر کے اور نیچے کے مروروں کے وقت بالترتیب

۴۵° ۳۰' اور ۵۳° ۱۹' جنوب تھے اور انعطاف کی مقداریں ۳۰° ۲۲' اور ۲۴° تھیں۔

مقام مشاہدہ کا عرض بلد معلوم کرو۔ شکل کھینچ کر اس ستارہ کا محل اوپر کے اور نیچے کے مروروں کے

وقت معلوم کرو اور اعداد بالا مندرج کرو۔

۱۵۶۔ شہابی بوجھاروں کا نظریہ بیان کرو۔

۱۵۷۔ بتاؤ کہ تم ذیل کے بیان کی تصدیق کس طرح کرو گے۔ ۱۹ سال کے بعد سورج اور چاند بلحاظ ثابت ستاروں کے پھر اسی مقام پر آجاتے ہیں اور بدر پھر (شمسی) مہینے کی انہی تاریخوں پر واقع ہوتے ہیں لیکن صرف ایک گھنٹہ پہلے؟

۱ سال = ۳۶۵.۲۵ یوم

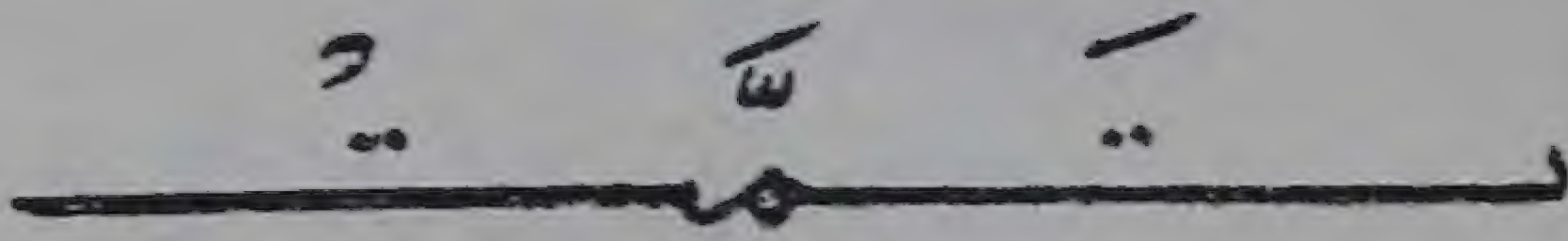
۱ قمریہ = ۲۹.۵۳ یوم

۱۵۸۔ زمین کا نصف قطر میلوں میں کس طرح معلوم کیا جاتا ہے۔

۱۵۹۔ تم ایک رصد گاہ میں ہو اور تمہارے پاس بھری جھتری ہے۔ بتاؤ کہ

تم اپنی گھڑی کی صحت کی جانچ کس طرح کرو گے۔

۱۶۰۔ تم زمین کے کسی مقام پر نصف النہاری خط کس طرح کھینچو گے؟



فہرست اصطلاحات

علم ہیئت (طبع ثانی)

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
A			
Aberration	ضلالت	Ascending	صعودی - صاعدہ
Achernar	آخر النہر	Asteroid	نجمہ
Aerolite	شہاب	Astronomical clock	فلکی گھڑی یا ہستی گھڑی
Aldebaran	دبران	Astronomical telescope	فلکی دوربین
Altair	نسر طائر - الطائر	Astronomy	علم ہیئت - فلکیات
Alt-azimuth or	ارتفاع سمتی آلہ - آلہ ارتفاع و	Auriga	مسک العنان
Altitude-azimuth instrument		Azimuth	السمت
Andromeda	میراۃ المسلسلہ - اندورمیدا	B	
Andromedes	اندرومیدیئے	Betelgeux (or Betelgeuse)	ابطال جوزا
Annular	حلقہ نما - چنبریں	Binary stars	ثنائی ستارے
Antares	قلب عقرب	Bôotes	عوا
Aphelion	اوج	C	
Apsides	اوجین	Cancer	سرطان
Aquarius	دلو	Canis Major	کلب اکبر
Aquila	عقاب	Canis Minor	کلب اصغر
Arcturus	سماک راج	Canopus	سہیل
Aries	حمل	Capella	عمیق

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Capricornus	جدی	Disturbing forces	مخل قوتیں
Castor	مقدم التوأمين	Diurnal path	یومی راستہ - مدار یومی
Celestial globe	سماوی گولہ	Division	فصل
Celestial pole	قطب سماوی	Draconis	تینین
Celestial sphere	سماوی کرہ	E	
Centaurus	قنطورس	Earth	زمین - ارض
Ceres	سیرس	Earth-shine	زمین تاب
Chromosphere	لون کرہ	Earth's way	زمین گزر - ارض راہ
Chronograph	وقت نگار	Ecliptic	طریقی الشمس - طریقی شمس
Chronometer	وقت پیم	Elongation	ابتعاد
Circular	مستدیر	Equatorial telescope	استوائی دوربین
Colatitude (celestial)	عرض التمام	Equinoctial colure	اعتدالی دائرہ
Comet	دُمدار تارا - ذو ذنب	Equinoctial points	اعتدالی نقطے
Complementary	متمم	Equinox	اعتدال
Constellation	صوت سماوی - منڈل تاروں کا مجموعہ	Equinoxes	اعتدالین
Crux	صلیب	Eridanus	النہر
Cyclone	گرد باد	Ex-meridian	
Cygnus	دجاجة	observations	غیر نصف النہاری مشاہدات
D		F	
Deimos	دیموس	Field of view	میدان نظر
Descending	نزولی - نازلہ	G	
Deviation	انحراف	Gemini	توأمين - برج جوزا
Dichotomize	تفصیف	Gibbous	مقبتب - محدب
Direct motion	مستقیم حرکت - سیدھی حرکت	Gulf stream	خلیجی سیل
Discovery	اکتشاف	H	

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Heavens	فلک - آسمان	Neptune	نپتون
Heliocentric	شمس المرکز شمس مرکز	New moon (true)	اماموس - محاق
I		Node	عقدہ
Inferior conjunction	اقترانِ سفلی	Nucleus	مرکزہ
Inferior planets	سفلی سیارے	Nutation	کبوتر
In opposition	بالمقابل - مقابلہ میں	O	
J		Observatory	رصد گاہ
Juno	جونو - یونون	Occultation	احتجاب
L		Optics	علم المناظر
Libra	میزان	Orion	جبار
Line of collimation	خط منطاری یا توازی	P	
Lunation	قمر کا دورِ وضعی - قمریہ	Pallas	پلاس
Lyra	شلیاق	Parallax	اختلافِ منظر
M		Paths	راستے - مدار
Mars	مریخ	Perihelion	حضيض
Mercury	عطارد	Periodic time	مدتِ دوران - وقتِ دوران
Meteor	شہابہ - شہاب	Perseids	پرشاؤں
Meteorite	شہابی پتھر	Perseus	پرشاؤں
Milky way	کھکشیاں	Phases	تشکلات، اشکال (قمری)
Mira (O Ceti)	میرہ (دقیس سیمک کا ایک ستارہ)	(of the moon)	
N		Phobos	فوبوس
Nadir	نظیر - قدم سمت القدم	Photosphere	ضیائی کرہ
Nautical almanac	بحری جہتري	Pisces	حوت
Nebula	سديم - سحاب	Pivot	چول
Nebulous matter	سحابی مادہ - سديمی مادہ	Pleiades	ثریا - پروین

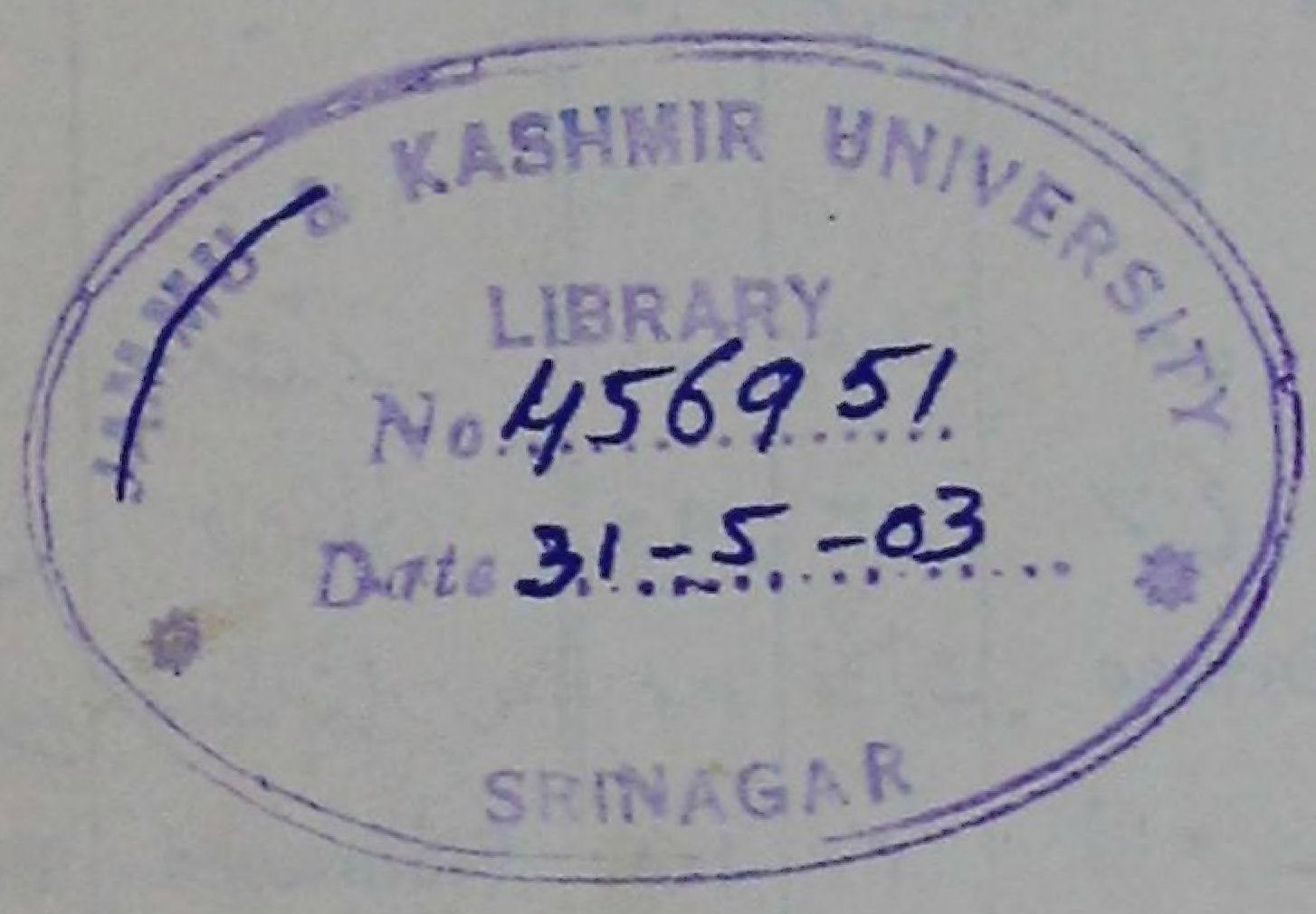
انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Pointer-telescope	نمایندہ دوربین	Sensible horizon	افقِ حسی۔ افقِ مرئی
Pointers	نمایندے	Shooting star	شہابِ ثاقب
Pollux	موخر التواین	Sidereal day	یومِ کوکبی۔ یومِ نجومی
Precession	استقبال	Siderite	شہابی لڑا
Prime vertical	اقول السموت	Sirius	شعری۔ شعرائے یمانی
Principal focus	معدنکۂ اصلی۔ اولیٰ ماسک	Solar corona	قرنِ شمس
Procyon	شعری الشامیہ۔ شعری شامی	Solar day	یومِ شمسی
Q		Solar prominences	شمس کی لپٹیں
Quadrature	تریع	Solstice	انقلاب
R		Spica	سنبہ۔ ساکِ اعزل
Regulus	قلبِ اسد	Star cluster	تاروں کا جھرمٹ
Retrograde motion	رجعی حرکت۔ الٹی حرکت	Stationary points	نقاطِ اقامت۔ اقامتی نقطے
Revolution	مداری گردش	Sun-dial	دھوپ گھڑی
Rigel	رجل جوزا۔ رجل البیسی۔ رجل البیسی۔ الرجل	Sun-spots	دافہائے شمسی۔ سورج یا آفتاب کے داغ
Right ascension	صعودِ مستقیم	Superior conjunction	اقترانِ علی
Rings of saturn	رجل کے حلقے	Superior planets	علوی سیارے
Rotation	محوری گردش	Synodic period	اقترانی مدت۔ وضعی دورِ پادت
S		Syzygy	سیدھاؤ
Sagittarius	قوس	T	
Saros	قرن	Taurus	ثور
Satellite	تابع۔ قمر	Transit	مرور۔ عبور
Saturn	زحل	U	
Scorpio	مقرب	Uranus	یوینس
Secondary circles (secondaries)	ثانوی دائرے		

اغلاط نامہ

علم ہیئت (طبع ثانی)

صحیح	غلط	بہا	بہا	صحیح	غلط	بہا	بہا
س	س	شکل ۲۵	۶۰	کبیر	کبیر	۲۲	۲
(۱)	(۲)	شکل ۲۴	۷۰	کا نقشہ	نقشہ کا	۱۶	۹
۴	۴	شکل ۲۳ اور پکا	۸۳	۵	۵	۱۲	۱۵
خط	خطا	۸	۸۶	۹۰۔ ل	۹۰۔ ر	شکل ۱۲	۳۰
س	ص	شکل ۳۶	۸۸	مُنڈیر	مونڈیر	۱۲	۳۱
مریخ	مریخ	۲۳	۹۶	درمیانی	درمیانی	۲	۲۲
Deimos	Deimas	فٹ نوٹ	۱۰۲	نصف النہار پر	نصف النہار پر	۱۲	۲۵
زاویے	زاویے	۴	۱۰۵	Flamsteed	Flmsteeds	فٹ نوٹ	۲۶
۱۸۰	۹۵۰	شکل ۳۶	۱۳۰	فرق کو	فرق کر	۱۹	۲۸
۶ ط	۶ ط	شکل ۵۳	۱۳۷	گھمایا جاتا	گھمایا جاتا	۲	۲۹
۶	۴	۳	۱۴۳	قطبی محور		شکل ۲۱	"
سہ	—	شکل ۵۵	۱۴۵	گ اور ۷۰ واضح نہیں ہے۔		شکل ۲۱	۵۰
عہ	د	شکل ۶۱	۱۵۳	کے	لے	۴	۵۷

غلط	صحیح	غلط	صحیح
مذکورہ	مذکورہ	مذکورہ	مذکورہ
۱۶۳	۲	۱۶۶	۲
۱۶۹	۲۵	۱۸۷	۲۵
۱۸۷	۱۲	۳۰۰	۱۲
۲۰۵	۲۳۸	۲۲۲	۲۳۸
۲۲۲	۱۰	۲۳۸	۱۰
۲۳۸	۱۰	۲۵۰	۱۰
۲۵۰	۱۰	۲۶۰	۱۰
۲۶۰	۱۰	۲۷۰	۱۰
۲۷۰	۱۰	۲۸۰	۱۰
۲۸۰	۱۰	۲۹۰	۱۰
۲۹۰	۱۰	۳۰۰	۱۰
۳۰۰	۱۰	۳۱۰	۱۰
۳۱۰	۱۰	۳۲۰	۱۰
۳۲۰	۱۰	۳۳۰	۱۰
۳۳۰	۱۰	۳۴۰	۱۰
۳۴۰	۱۰	۳۵۰	۱۰
۳۵۰	۱۰	۳۶۰	۱۰
۳۶۰	۱۰	۳۷۰	۱۰
۳۷۰	۱۰	۳۸۰	۱۰
۳۸۰	۱۰	۳۹۰	۱۰
۳۹۰	۱۰	۴۰۰	۱۰
۴۰۰	۱۰	۴۱۰	۱۰
۴۱۰	۱۰	۴۲۰	۱۰
۴۲۰	۱۰	۴۳۰	۱۰
۴۳۰	۱۰	۴۴۰	۱۰
۴۴۰	۱۰	۴۵۰	۱۰
۴۵۰	۱۰	۴۶۰	۱۰
۴۶۰	۱۰	۴۷۰	۱۰
۴۷۰	۱۰	۴۸۰	۱۰
۴۸۰	۱۰	۴۹۰	۱۰
۴۹۰	۱۰	۵۰۰	۱۰
۵۰۰	۱۰	۵۱۰	۱۰
۵۱۰	۱۰	۵۲۰	۱۰
۵۲۰	۱۰	۵۳۰	۱۰
۵۳۰	۱۰	۵۴۰	۱۰
۵۴۰	۱۰	۵۵۰	۱۰
۵۵۰	۱۰	۵۶۰	۱۰
۵۶۰	۱۰	۵۷۰	۱۰
۵۷۰	۱۰	۵۸۰	۱۰
۵۸۰	۱۰	۵۹۰	۱۰
۵۹۰	۱۰	۶۰۰	۱۰
۶۰۰	۱۰	۶۱۰	۱۰
۶۱۰	۱۰	۶۲۰	۱۰
۶۲۰	۱۰	۶۳۰	۱۰
۶۳۰	۱۰	۶۴۰	۱۰
۶۴۰	۱۰	۶۵۰	۱۰
۶۵۰	۱۰	۶۶۰	۱۰
۶۶۰	۱۰	۶۷۰	۱۰
۶۷۰	۱۰	۶۸۰	۱۰
۶۸۰	۱۰	۶۹۰	۱۰
۶۹۰	۱۰	۷۰۰	۱۰
۷۰۰	۱۰	۷۱۰	۱۰
۷۱۰	۱۰	۷۲۰	۱۰
۷۲۰	۱۰	۷۳۰	۱۰
۷۳۰	۱۰	۷۴۰	۱۰
۷۴۰	۱۰	۷۵۰	۱۰
۷۵۰	۱۰	۷۶۰	۱۰
۷۶۰	۱۰	۷۷۰	۱۰
۷۷۰	۱۰	۷۸۰	۱۰
۷۸۰	۱۰	۷۹۰	۱۰
۷۹۰	۱۰	۸۰۰	۱۰
۸۰۰	۱۰	۸۱۰	۱۰
۸۱۰	۱۰	۸۲۰	۱۰
۸۲۰	۱۰	۸۳۰	۱۰
۸۳۰	۱۰	۸۴۰	۱۰
۸۴۰	۱۰	۸۵۰	۱۰
۸۵۰	۱۰	۸۶۰	۱۰
۸۶۰	۱۰	۸۷۰	۱۰
۸۷۰	۱۰	۸۸۰	۱۰
۸۸۰	۱۰	۸۹۰	۱۰
۸۹۰	۱۰	۹۰۰	۱۰
۹۰۰	۱۰	۹۱۰	۱۰
۹۱۰	۱۰	۹۲۰	۱۰
۹۲۰	۱۰	۹۳۰	۱۰
۹۳۰	۱۰	۹۴۰	۱۰
۹۴۰	۱۰	۹۵۰	۱۰
۹۵۰	۱۰	۹۶۰	۱۰
۹۶۰	۱۰	۹۷۰	۱۰
۹۷۰	۱۰	۹۸۰	۱۰
۹۸۰	۱۰	۹۹۰	۱۰
۹۹۰	۱۰	۱۰۰۰	۱۰





**ALLAMA
IQBAL LIBRARY**

UNIVERSITY OF KASHMIR

**HELP TO KEEP THIS BOOK
FRESH AND CLEAN**